Miguel Thompson
Eloci Peres Rios

Walter Spinelli
Hugo Reis
Blaidi Sant'Anna

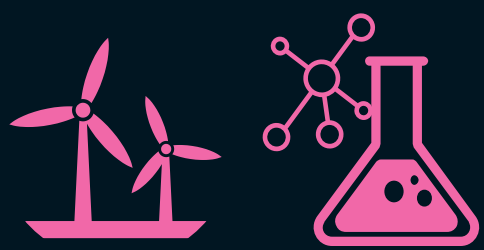
Vera Lúcia Duarte de Novais
Murilo Tissoni Antunes

MATERIAL DE DIVULGAÇÃO.
VERSÃO SUBMETIDA À AVALIAÇÃO.
Código da coleção: 0199P21203
Código da obra: 0199P21203134

CONEXÕES

CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

Energia e ambiente



MANUAL DO PROFESSOR

Área do conhecimento:
Ciências da Natureza
e suas Tecnologias

MODERNA

MODERNA

MIGUEL THOMPSON
Doutor em Ciências (Área de concentração: Oceanografia Biológica) pela Universidade de São Paulo. Mestre em Ciências (Área de concentração: Oceanografia Biológica) pela Universidade de São Paulo. Bacharel em Ciências (Biologia) pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Professor.

ELOCI PERES RIOS
Doutora em Ciências (Área de concentração: Oceanografia Biológica) pela Universidade de São Paulo. Mestra em Ciências (Oceanografia Biológica) pela Universidade de São Paulo. Bacharela em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Professora.

WALTER SPINELLI
Doutor em Educação (Área de concentração: Educação – Opção: Ensino de Ciências e Matemática) pela Universidade de São Paulo. Mestre em Educação (Área de concentração: Educação – Opção: Ensino de Ciências e Matemática) pela Universidade de São Paulo. Professor.

HUGO REIS
Doutor em Ciências (Área de concentração: Física de Partículas Elementares) pela Universidade de São Paulo. Mestre em Ciências (Área de concentração: Física de Partículas Elementares) pela Universidade de São Paulo. Bacharel em Física pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Professor.

BLAIDI SANT'ANNA
Licenciado em Física pela Universidade de São Paulo. Diretor, coordenador pedagógico e professor.

VERA LÚCIA DUARTE DE NOVAIS
Mestre em Educação (Área de concentração: Currículo) pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Bacharela e licenciada em Química pela Universidade de São Paulo. Professora.

MURILO TISSONI ANTUNES
Licenciado em Química pela Universidade de São Paulo. Professor.

CONEXÕES

CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

Energia e ambiente

Área do conhecimento:
Ciências da Natureza e suas Tecnologias

MANUAL DO PROFESSOR

1ª edição

São Paulo, 2020

MODERNA

Coordenação geral: Maria do Carmo Fernandes Branco
Edição executiva: Glaucia Teixeira, Rita Helena Bröckelmann
Edição: Thiago Macedo de Abreu Hortêncio, Daniel Hohl, Luiz Alberto de Paula, Kátia Paulilo Mantovani, Juliana Albuquerque, Ana Carolina de Almeida Yamamoto, Lara Vieira Leite, Paula Hirata
Assessoria didático-pedagógica: Priscilla Andressa de Sousa Silva, Luciana Keler Machado, Matheus Cabral Torres
Assistência editorial: Elizangela Gomes Marques
Gerência de *design* e produção gráfica: Everson de Paula
Coordenação de produção: Patricia Costa
Suporte administrativo editorial: Maria de Lourdes Rodrigues
Coordenação de *design* e projetos visuais: Marta Cerqueira Leite
Projeto gráfico: Bruno Tonel
Capa: Daniela Cunha
Ilustrações: Otávio dos Santos, Daniela Cunha
IhorZigor/Shutterstock; Sazhnieva Oksana/Shutterstock; A-spring/Shutterstock
Coordenação de arte: Aderson Oliveira, Wilson Gazzoni
Edição de arte: Marcel Hideki Yonamine, Eliazar Alves Cavalcanti Junior, Nilza Shizue Yoshida
Editoração eletrônica: Setup Bureau Editoração Eletrônica
Edição de infografia: Giselle Hirata, Priscilla Boffo
Coordenação de revisão: Camila Christi Gazzani, Elaine Cristina del Nero, Maristela S. Carrasco
Revisão: Ana Maria Marson, Daniela Uemura, Elza Doring, Janaína Mello, Lilian Xavier, Sirlene Prignolato, Palavra Certa, ReCriar Editorial, Renato da Rocha
Coordenação de pesquisa iconográfica: Sônia Oddi, Luciano Baneza Gabarron
Pesquisa iconográfica: Fabiana Nogueira, Enio Lopes, Vanessa Trindade, Márcia Mendonça, Camila D'Angelo, Renata Martins
Suporte administrativo editorial: Flávia Bosqueiro
Coordenação de *bureau*: Rubens M. Rodrigues
Tratamento de imagens: Joel Aparecido, Luiz Carlos Costa, Marina M. Buzzinaro
Pré-impressão: Alexandre Petreca, Everton L. de Oliveira, Marcio H. Kamoto, Vitória Sousa
Coordenação de produção industrial: Wendell Monteiro
Impressão e acabamento:

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Conexões : ciências da natureza e suas tecnologias : manual do professor / Miguel Thompson ... [et al.]. -- 1. ed. -- São Paulo : Moderna, 2020.

Outros autores: Eloci Peres Rios, Walter Spinelli, Hugo Reis, Blaidi Sant'Anna, Vera Lúcia Duarte de Novais, Murilo Tissoni Antunes
Área do conhecimento: Ciências da natureza e suas tecnologias
Obra em 6 vol.
Conteúdo: Matéria e energia -- Energia e ambiente -- Saúde e tecnologia -- Conservação e transformação -- Terra e equilíbrios -- Universo, materiais e evolução

1. Biologia (Ensino médio) 2. Ciências (Ensino médio) 3. Física (Ensino médio) 4. Química (Ensino médio) I. Thompson, Miguel. II. Rios, Eloci Peres. III. Spinelli, Walter. IV. Reis, Hugo. V. Sant'Anna, Blaidi. VI. Novais, Vera Lúcia Duarte de. VII. Antunes, Murilo Tissoni

20-39326 CDD-373.19

Índices para catálogo sistemático:

1. Ensino integrado : Livro-texto : Ensino médio 373.19

Maria Alice Ferreira - Bibliotecária - CRB-8/7964

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.
Todos os direitos reservados

EDITORA MODERNA LTDA.
Rua Padre Adelino, 758 - Belenzinho
São Paulo - SP - Brasil - CEP 03303-904
Vendas e Atendimento: Tel. (0_ _11) 2602-5510
Fax (0_ _11) 2790-1501
www.moderna.com.br
2020
Impresso no Brasil

1 3 5 7 9 10 8 6 4 2

MODERNA

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

SUMÁRIO

Orientações gerais

Introdução IV

Legislação educacional IV

A BNCC do Ensino Médio e as áreas de conhecimento V

Interdisciplinaridade V

As competências e habilidades segundo a BNCC VI

A BNCC e as culturas juvenis VII

Temas contemporâneos transversais (TCTs) VIII

Pressupostos teórico-metodológicos IX

A contextualização e a problematização em Ciência e Tecnologia IX

O tratamento matemático XI

A experimentação XII

A segurança no laboratório de Ciências XII

O papel do professor XIII

Trabalho em grupo: como e quando fazer XIV

Estudantes de diferentes perfis: como lidar XV

Trabalhando temáticas de direitos humanos, inclusão e respeito ao longo do ano XV

As TDICs e a educação XVII

O pensamento computacional XVII

Planejamento de aula XVIII

Cronogramas XIX

Organização bimestral XIX

Organização trimestral XIX

Organização semestral ou anual XIX

Avaliação XIX

Tipos de avaliação e avaliações para diferentes perfis XXI

Avaliação referente a norma XXI

Avaliação referente a critério XXI

Avaliação somativa XXI

Avaliação formativa XXI

Avaliação personalizada XXI

Organização da obra XXII

Estruturação de cada volume XXII

Ponto de partida XXII

Para começo de conversa XXII

Interligações XXII

Caixa de ferramentas XXII

Atividades XXII

Atividades práticas XXIII

Atenção XXIII

Comunicando ideias XXIII

Fique por dentro XXIII

Atividades finais XXIII

Próximos passos XXIII

Ponto final XXIII

Bibliografia XXIV

Orientações específicas XXVII

MODERNA

Introdução

Este **Suplemento do Professor** propõe-se a contribuir para um melhor aproveitamento da obra e para a contínua formação dos professores nos termos dos aspectos didático-pedagógicos do ensino, possibilitando atualização e reflexão sobre as práticas de ensino. Para tanto, são descritos a organização geral da coleção, as estratégias e os recursos de ensino, os pressupostos teóricos que a fundamentam e os objetivos da proposta didático-pedagógica da obra. Além disso, oferece orientações que buscam concretizar o trabalho por área de conhecimento na escola, com possibilidades de articular os conteúdos dos volumes entre si, com outros componentes curriculares e com outras áreas do conhecimento.

No material, diferentes instrumentos de avaliação são apresentados ao professor como possibilidade de utilização ao longo do processo de ensino e aprendizagem. E ainda são oferecidos recursos complementares na forma de indicações de *sites*, livros e filmes e de atividades de ampliação temática que não constam no **Livro do Estudante**.

Legislação educacional

O Ensino Médio é a etapa final da Educação Básica e, de acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional-LDB (Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996), tem como pressuposto desenvolver no estudante uma formação "indispensável para o exercício da cidadania", além de "fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores" (art. 22).

Com a finalidade de alcançar tais objetivos, desde 2009, o MEC implantou o Programa Ensino Médio Inovador-ProEMI (instituído pela Portaria nº 971, de 9 de outubro de 2009), que busca integrar as ações do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), com a intenção de apoiar e fortalecer propostas inovadoras em termos curriculares, que atendam às expectativas e demandas dos estudantes e às necessidades da atual sociedade, de modo a promover melhorias na qualidade do Ensino Médio.

O ProEMI responde à necessidade de traçar políticas educacionais para os adolescentes e jovens propondo um Ensino Médio cujas políticas estejam afinadas com uma organização curricular para o desenvolvimento de ações que promovam uma educação científica e humanística em que se valoriza a cultura, a relação teoria-prática, o uso de recursos de tecnologia e estratégias que prezam pelo desenvolvimento da autonomia intelectual.

Na edição mais recente do ProEMI, tem-se buscado compatibilidade entre as diretrizes e metas do Plano Nacional de Educação (2014-2024) – PNE (Lei nº 13.005/2014) e a reestruturação proposta para o Ensino Médio apresentada na Medida Provisória nº 746, instituída em 22 de setembro de 2016. Nessa nova proposta curricular, a organização dos arranjos curriculares depende do contexto local, sendo formados segundo as orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e dos itinerários formativos. Isso foi regulamentado pela Lei nº 13.415 de 16 de fevereiro de 2017, que alterou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. A organização das etapas do Ensino Médio ficou definida como apresentada no quadro a seguir.

Estrutura do Novo Ensino Médio

FORMAÇÃO GERAL BÁSICA

- Carga horária total máxima até 1.800 horas
- Baseada na BNCC EM que define as competências e habilidades das áreas de conhecimento
- Possibilidade de interdisciplinaridade entre as áreas do conhecimento

Áreas de conhecimento

- Linguagens e suas Tecnologias
- Matemática e suas Tecnologias
- Ciências da Natureza e suas Tecnologias
- Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

ITINERÁRIOS FORMATIVOS

Áreas de conhecimento e Formação Técnica e Profissional

- Linguagens e suas Tecnologias
- Matemática e suas Tecnologias
- Ciências da Natureza e suas Tecnologias
- Ciências Humanas e Sociais Aplicadas
- Formação Técnica e Profissional

Eixos Estruturantes

- Investigação Científica
- Processos Criativos
- Mediação e Intervenção Sociocultural
- Empreendedorismo

- Carga horária total mínima de 1.200 horas.
- As redes ofertarão itinerários formativos de acordo com suas possibilidades e os alunos poderão escolhê-los conforme seus interesses.
- Os itinerários serão organizados a partir de combinações entre as áreas de conhecimento, a formação técnica e profissional e os eixos estruturantes, formando múltiplas possibilidades para serem ofertadas.

Fontes: TODOS PELA EDUCAÇÃO. *Ensino Médio*: reestruturação da proposta de escola. Disponível em: <https://todospelaeducacao.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2020/09/Grafica-07-02-2020.pdf>; CONSELHO NACIONAL DE SECRETARIAS DE EDUCAÇÃO. *Guia de implementação do Novo Ensino Médio*. Disponível em: <http://novoensinomedio.mec.gov.br/resources/downloads/pdf/Guia.pdf>. Acessos em: 12 abr. 2021.

Com isso, considera-se a perspectiva de uma formação integral dos estudantes no que se refere aos aspectos físicos, cognitivos e socioeconômicos.

Esta coleção assume os princípios orientadores da legislação educacional brasileira, atentando para as recentes mudanças apontadas pelas discussões a respeito da qualidade no Ensino Médio e para a importância da conclusão da Educação Básica. Entende-se que, nesta etapa da escolarização, consolida-se o preparo dos estudantes para a vida, sua qualificação para a cidadania e sua capacitação para o aprendizado permanente, de modo que prossigam seus estudos e entrem no mundo do trabalho.

Este material busca colaborar com a atualização formativa do professor e propõe uma organização curricular com a intenção de alcançar os objetivos esperados para esta etapa do ensino, em termos das aprendizagens essenciais que, aos estudantes, devem ser garantidas em todas as etapas da Educação Básica. Ele foi concebido para os quatro campos de conhecimento: trabalho, ciência, cultura e tecnologia, para que os estudantes ampliem sua visão a respeito de aspectos sociais, econômicos e políticos.

A BNCC do Ensino Médio e as áreas de conhecimento

A Base Nacional Comum Curricular é o documento normativo mais recente da educação brasileira e visa orientar a organização do currículo a ser desenvolvido pelas escolas ao longo da Educação Básica. Essa norma foi apresentada como um "conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais" (MEC, 2017, art. 1, p. 50) que todos os estudantes devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica escolar. Entendida como um documento que pretende conduzir as equipes pedagógicas na construção dos currículos locais, a BNCC não deve ser compreendida como o currículo em si, mas como uma ferramenta normativa que visa instruir a construção de um currículo que possibilitará uma formação humana e integral dos estudantes.

Para a etapa do Ensino Médio, a BNCC define as aprendizagens fundamentais para o desenvolvimento dos estudantes, preparando-os para o exercício de sua cidadania e qualificando-os para o trabalho. No artigo 2º da Resolução nº 4 de 17 de dezembro de 2018, são apresentadas as aprendizagens essenciais, sendo elas "conhecimentos, habilidades, atitudes, valores e a capacidade de os mobilizar, articular e integrar" (BRASIL, 2018, p. 2). A intenção é que essas aprendizagens sejam expressas na forma de competências que, no artigo 3º do mesmo documento, são definidas como "a mobilização de conhecimento (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas cognitivas e socioemocionais), e atitudes e valores, para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho" (BRASIL, 2018, p. 3-4).

A organização da BNCC do Ensino Médio é por áreas do conhecimento, sendo que o currículo desta etapa do processo de escolarização deve ser fomentado com o "contexto histórico, econômico, social, ambiental, cultural local, do mundo do trabalho e da prática social" (art. 10), implicando o fortalecimento da contextualização para a compreensão dos fenômenos. A sistematização dos conteúdos entrelaçando diferentes áreas de conhecimentos possibilita o diálogo entre os saberes dos componentes curriculares que as constituem enquanto área e favorece o entendimento dos fenômenos de estudo, considerando suas complexidades. Dessa forma, ainda que se tenha uma intersecção na formação dos estudantes, as especificidades e os saberes próprios de cada uma delas são preservados.

Para cada área de conhecimento prevista para o Ensino Médio, são descritas as competências específicas que devem ser desenvolvidas ao longo dessa etapa de ensino. A organização do currículo por área não desconsidera o papel e a importância de cada disciplina (ou componente curricular), mas considera fundamentalmente o diálogo entre elas e as relações interdisciplinares.

Interdisciplinaridade

O trabalho interdisciplinar pressupõe uma prática pedagógica em que o conteúdo específico de cada disciplina não é propriedade reservada, exclusiva dela, pois esse mesmo conteúdo pode receber as contribuições de outras disciplinas. Nesse contexto, é importante que o planejamento da sequência de ensino seja feito não apenas individualmente pelos professores, mas que também haja um planejamento coletivo entre os professores de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e os das outras áreas do conhecimento, construído de forma cooperativa, pensando nas necessidades dos estudantes.

Desta forma, a interdisciplinaridade busca superar a fragmentação das disciplinas, sem desconsiderar a importância de cada uma delas. Para os estudantes não é diferente, pois essa abordagem do conhecimento provoca neles a percepção de que existe uma relação entre as disciplinas; por isso, podemos dizer que temos áreas de conhecimento, possibilitando um estudo com conexão, relação.

Com relação à interdisciplinaridade, a resolução CNE/CEB nº 3/98 orienta as escolas ao mencionar que:

> II – o ensino deve ir além da descrição e procurar constituir nos alunos a capacidade de analisar, explicar, prever e intervir, objetivos que são mais facilmente alcançáveis se as disciplinas, integradas em áreas de conhecimento, puderem contribuir, cada uma com sua especificidade, para o estudo comum de problemas concretos, ou para o desenvolvimento de projetos de investigação e/ou de ação.

No caso específico da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, o documento normativo orienta para a análise dos fenômenos naturais e dos processos tecnológicos, a elaboração de argumentos para explicar as situações-problema e a tomada de decisões éticas e responsáveis, "utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais, nacionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC)" (art. 11).

A ciência e a tecnologia são indispensáveis para o desenvolvimento da sociedade. Elas estão presentes em todos os setores produtivos, desde a extração de materiais da natureza até o processamento dos produtos finais. São também determinantes na área da saúde, dos transportes, da educação e da cultura. Diversos objetos, como os celulares, equipamentos eletrônicos e uma infinidade de utensílios de plástico, metais, cerâmicas, entre outros, estão cada vez mais inseridos em nosso dia a dia e têm influenciado nosso modo de vida.

EM OFERTA

Debater essa questão e a forma como a produção, o consumo e o descarte de materiais têm provocado impactos ambientais e sociais já justificam o seu estudo no Ensino Médio.

A dificuldade principal do currículo fragmentado em disciplinas é reduzir o ensino à exposição oral dos conteúdos factuais e ao material informativo do livro didático, sem considerar o processo de investigação, os modos de pensar a que as disciplinas recorrem, a funcionalidade desses conteúdos para a análise de problemas e situações concretas e para a vida cotidiana. É daí que se postula que uma atitude interdisciplinar mobiliza o professor a transitar do conhecimento integrado ao especializado e deste ao integrado, do território da disciplina às suas fronteiras e vice-versa.

Conhecer as necessidades do passado, do presente e do futuro requer mais do que especialização em um único campo do saber, pois demanda versatilidade, harmonizando formação especializada com saberes que requerem sólida cultura geral e grande capacidade de aprender (autoaprendizagem). Nessa mesma concepção, a interdisciplinaridade consiste em metodologia de ensino, o que implica a postura de um professor que não fica fechado em seu campo de conhecimento, reconhecendo nos demais a possibilidade de aprender e interagir, o que inclui uma postura de humildade, reconhecendo-se um eterno estudante que pouco sabe, diante do imenso universo de conhecimentos que cresce diariamente de modo exponencial. Na interação com outros professores, a integração pode se dar de modo recíproco, o que inclui objetivos, conceitos, conteúdos – temas de projeto com olhares disciplinares distintos –, estratégias, recursos e formas de organização e sistematização de procedimentos.

Atitude interdisciplinar

A atitude interdisciplinar requer uma mudança conceitual no pensamento e na prática docentes, pois os estudantes não conseguirão pensar interdisciplinarmente se o professor lhes oferecer um saber fragmentado e descontextualizado. Uma mudança de atitudes dos professores diante da rigidez da organização disciplinar implica compreender a prática da interdisciplinaridade em três sentidos: como atitude, como forma de organização administrativa e pedagógica e como prática curricular (LIBÂNEO, 2007).

A organização escolar interdisciplinar é um modo de efetivar a atitude interdisciplinar que se expressa na elaboração coletiva do projeto pedagógico e nas práticas de organização da escola. Como prática curricular, há muitas formas de viabilização, conforme as sugestões a seguir.

- Reunir disciplinas cujos conteúdos permitam tratamento pedagógico-didático interdisciplinar, após levantamento de características da realidade local e da identificação de problemas mais significativos para o grupo de estudantes.
- Propor temas geradores que possibilitem a compreensão mais globalizante da realidade dos estudantes por meio da contribuição de várias disciplinas.
- Desenvolver práticas de ensino não convencionais que ajudem os estudantes a aprender a pensar, a ter maior flexibilidade de raciocínio.
- Orientar o estudo de um assunto para abordá-lo em todos os seus aspectos, ligações, relações internas e externas, e fazer a correlação com os problemas sociais e cotidianos.

As competências e habilidades segundo a BNCC

Conforme mencionado no tópico anterior, a BNCC define um conjunto de aprendizagens essenciais que os estudantes devem desenvolver ao longo das etapas da Educação Básica. Esse conjunto de aprendizagens essenciais deve assegurar o desenvolvimento de dez competências gerais que perpassam por todas as áreas de conhecimento e pelas etapas da Educação Básica.

As dez competências gerais descritas na BNCC trabalham não só o desenvolvimento intelectual dos estudantes, mas também o social, o físico, o emocional e o cultural, buscando promover a educação integral. Resumidamente, pretende-se com as dez competências uma formação que considera a/o:

1. valorização dos conhecimentos historicamente construídos;
2. exercício do ensino por investigação, cujas premissas são investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver situações-problema;
3. valorização e participação das/nas diferentes manifestações artísticas e culturais;
4. utilização das diferentes linguagens verbal (oral ou visual-motora e escrita), corporal, visual, sonora e digital, além das linguagens artística, matemática e científica;
5. compreensão, utilização e criação de tecnologias digitais de informação e comunicação de forma reflexiva e ética;
6. valorização da diversidade de saberes e vivências culturais;

7. argumentação com base em fatos, dados e informações confiáveis para formulação, negociação e defesa de ideais, pontos de vista e decisões comuns;
8. autoconhecimento e autoapreciação e cuidado com a saúde física e emocional;
9. exercício da empatia, do diálogo e da cooperação para resolução de conflitos;
10. ação pessoal e coletiva com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação.

Adentrando no âmbito das áreas de conhecimento, o documento da BNCC traz, ainda, a descrição das competências específicas e habilidades a serem desenvolvidas para cada uma das áreas. As competências específicas para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias **resumidamente** trabalham a:

1. análise de fenômenos naturais e processos tecnológicos com base nas interações e relações entre matéria e energia, buscando diminuir impactos e promovendo melhorias nas condições de vida;
2. elaboração de interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para a construção de argumentos, realização de conjecturas e tomada de decisões éticas e responsáveis;
3. investigação de situações-problema e avaliação das aplicações do conhecimento científico e tecnológico no mundo e suas implicações, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza.

As competências gerais estão relacionadas com o que se espera que os estudantes adquiram ao longo de todo seu percurso na Educação Básica. As competências específicas, por outro lado, são degraus de cada etapa dessa trajetória. Para cada uma das competências específicas são apontadas as habilidades esperadas, que são desdobramentos delas e estão mais direcionadas para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes. Portanto, cada competência específica envolve a mobilização de várias habilidades para o seu desenvolvimento.

O ensino com base em competências e habilidades exige da escola e do professor uma mudança de paradigma em relação ao processo de ensino, agora não mais calcado nos conteúdos conceituais, mas sim nas competências gerais e nas específicas e suas habilidades. O foco não é mais só o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, mas o desenvolvimento das habilidades práticas e socioemocionais, das atitudes e dos valores para resolver demandas complexas.

A BNCC e as culturas juvenis

A juventude deve ser considerada em suas múltiplas dimensões, com suas particularidades, as quais não estão relacionadas às dimensões biológicas e etárias, mas articuladas com diversos atravessamentos sociais e culturais, culminando em variadas culturas juvenis e, por consequência, muitas juventudes. Ao considerar esse posicionamento, para alcançar o protagonismo juvenil, tanto a escola quanto o professor necessitam criar um ambiente e situações que promovam a participação dos estudantes.

Segundo o documento do MEC PGM 3: *Mobilização e Participação na Escola Jovem*:

> [...] é essencial que os alunos tenham voz (e vez) na escola, através da concepção e elaboração de projetos curriculares, da organização de atividades que levem à reflexão e busca de soluções de forma coletiva e compartilhada.
>
> Muitas são as competências construídas quando os alunos se mobilizam e têm espaço para participar do cotidiano da escola: saber ouvir e respeitar a opinião do outro, trabalhar em grupo, interagindo com o diferente, selecionar o que é significativo, aprender a aprender, experimentar, argumentar, criticar, tomar decisões.
>
> Uma das maneiras de estimular sua participação é integrar à vivência escolar aspectos de suas culturas. É preciso que os jovens tenham identidade com a escola. Neste sentido, é necessário que ela conheça seus alunos e os novos padrões culturais dos jovens, articulando-os aos seus desenhos curriculares.
>
> [...]
>
> **Fonte:** BRASIL. Ministério da Educação. *Mobilização e participação na Escola Jovem*. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/mobiliza.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2020.

Nesse cenário, é desejável que o professor valorize todas as etapas de atividades que desenvolvam o protagonismo juvenil (criação, pesquisa, organização, envolvimento etc.), e não somente o produto final. Essas atividades podem contemplar apresentação oral, comunicação de ideias, comunicação de projetos, artigo de opinião, produções coletivas, discussão oral, debate, simulação de júri, projeto de intervenção social e ambiental, carta aberta, carta de reclamação, parecer, enquete, entre outras.

Outro aspecto que precisa ser considerado é o que se denomina culturas juvenis – conjunto de múltiplas formas de expressão cultural dos grupos juvenis das sociedades contemporâneas. Por serem sujeitos em transformação e em estado de inquietação e entusiasmo, os jovens experimentam e transitam por diferentes grupos e constantemente reelaboram suas identidades, posturas e visões de mundo, produzindo práticas e significados muitas vezes carregados de mensagens. Transformam sua forma de vestir, falar, agir em modos e formas de se afirmar perante o mundo ou extravasar angústias e dúvidas. Conhecendo essa realidade, a escola e o professor precisam reconhecer essa pluralidade e acolher as diversidades promovendo o respeito e o direito à sua manifestação.

Por fim, olhar para os estudantes dessa etapa da Educação Básica como sujeitos em transformação, protagonistas das próprias histórias e com aspirações presentes e futuras, significa também assegurar condições para que eles possam definir e desenvolver seus projetos de vida.

> [...] o projeto de vida é o que os estudantes almejam, projetam e redefinem para si ao longo de sua trajetória [...] é papel da escola auxiliar os estudantes a aprender a se reconhecer como sujeitos, considerando suas potencialidades e a relevância dos modos de participação e intervenção social na concretização de seu projeto de vida. É, também, no ambiente escolar que os jovens podem experimentar, de forma

MODERNA

mediada e intencional, as interações com o outro, com o mundo, e vislumbrar, na valorização da diversidade, oportunidades de crescimento para seu presente e futuro.

Fonte: BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC/SEB, 2018.

Entendendo esse contexto, o professor no desenvolvimento das competências gerais, das competências específicas e das habilidades da área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, bem como os conteúdos conceituais, socioemocionais, os valores e atitudes, deve colaborar

[...] para formar esses jovens como sujeitos críticos, criativos, autônomos e responsáveis, cabe às escolas de Ensino Médio proporcionar experiências e processos que lhes garantam as aprendizagens necessárias para a leitura da realidade, o enfrentamento dos novos desafios da contemporaneidade (sociais, econômicos e ambientais) e a tomada de decisões éticas e fundamentadas. O mundo deve lhes ser apresentado como campo aberto para investigação e intervenção quanto a seus aspectos políticos, sociais, produtivos, ambientais e culturais, de modo que se sintam estimulados a equacionar e resolver questões legadas pelas gerações anteriores – e que se refletem nos contextos atuais –, abrindo-se criativamente para o novo.

Fonte: BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC/SEB, 2018.

Temas contemporâneos transversais (TCTs)

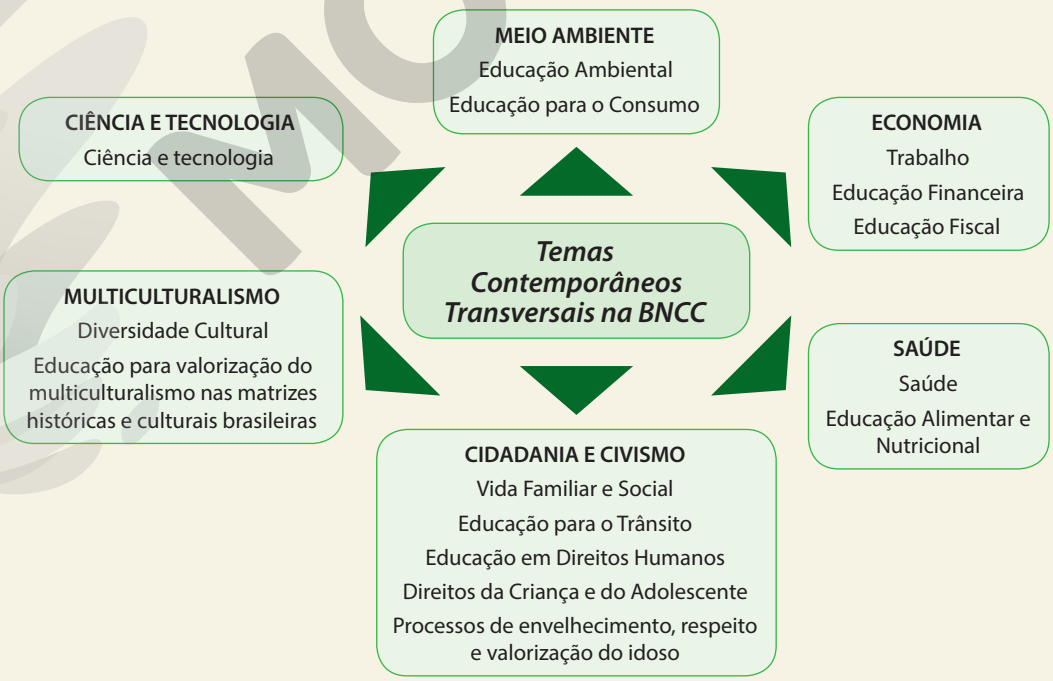
Os Temas Contemporâneos Transversais (TCTs) são assim denominados por serem assuntos da modernidade que não pertencem a um componente curricular específico: são pertinentes a todos e, ao mesmo tempo, perpassam por todos. Esses temas devem ser abordados no conjunto de todas as áreas do conhecimento, ao longo de todo o ciclo do Ensino Básico.

[...] TCTs, no contexto educacional, são aqueles assuntos que não pertencem a uma área do conhecimento em particular, mas que atravessam todas elas, pois delas fazem parte e a trazem para a realidade do estudante. Na escola, são os temas que atendem às demandas da sociedade contemporânea, ou seja, aqueles que são intensamente vividos pelas comunidades, pelas famílias, pelos estudantes e pelos educadores no dia a dia, que influenciam e são influenciados pelo processo educacional.

[...]

Fonte: BRASIL. Ministério da Educação. *Temas contemporâneos transversais da BNCC*: contexto histórico e pressupostos pedagógicos. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/contextualizacao_temas_contemporaneos.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2020.

Na BNCC, são definidos 15 temas distribuídos em seis macroáreas temáticas, conforme o esquema a seguir.



Fonte: BRASIL. Ministério da Educação. *Temas contemporâneos transversais da BNCC*: contexto histórico e pressupostos pedagógicos. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/contextualizacao_temas_contemporaneos.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2020.

MODERNA

Esses temas são regidos por legislações específicas e devem ser incorporados na elaboração ou adequação dos currículos e das propostas pedagógicas para serem trabalhados de forma transversal. Apesar do seu caráter obrigatório, cabe às escolas escolher a melhor forma de inserção em suas propostas de ensino.

O trabalho transversal pressupõe uma abordagem transdisciplinar e um diálogo entre os campos de saberes de cada componente curricular promovendo a integração e acolhendo as contribuições de cada um. Além disso, o trabalho com os TCTs também pressupõe um trabalho entre escola e comunidade, incluindo as famílias, visto que os conceitos e os valores trabalhados neles têm seu início no contexto familiar.

Pressupostos teórico-metodológicos

O cenário atual apresenta desafios que requerem da educação formal competências compatíveis, diretamente relacionadas ao desenvolvimento da cidadania e ao desenvolvimento mundial sustentável. A complexidade social na qual nos encontramos é desafio constante na busca pela ampliação de conhecimentos e na tentativa de compreender os fenômenos científicos e políticos do mundo em que vivemos.

Para promover melhorias nas escolas hoje, há de se manter o foco na construção de um currículo mais flexível. A flexibilidade é por considerar a possibilidade de os estudantes assumirem um papel de protagonismo nas decisões curriculares. O conhecimento é elemento fundamental na composição curricular, entretanto, considerar as relações sociais em sua elaboração também é primordial para a busca da superação das circunstâncias vividas pelas pessoas em nossa sociedade. O currículo almejado é aquele que propicia a "legitimação da prática docente, do desenvolvimento profissional, visto que é (re)construído em função das necessidades dos educandos, aproximando os conceitos e os conhecimentos de suas experiências cotidianas" (SCHIABEL; SILVA, 2019, p. 36).

A especificidade do currículo de Ensino Médio nas diferentes realidades sociais, econômicas e culturais brasileiras, para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, deve considerar as transformações contemporâneas, a velocidade de propagação e a globalização das informações nos sistemas de comunicação. Essa complexidade coloca em questionamento verdades instituídas e a cultura do individualismo e da conformidade. Torna-se necessário substituí-la pela liderança, pela ação transformadora de realidades, pela compreensão dos fenômenos que regem as relações humanas e pela capacidade de construir um referencial viável e efetivo de si mesmo.

Diante desse contexto, como desenvolver capacidades nos estudantes para que venham a transformar o conhecimento científico elaborado pelos cientistas em ferramentas de superação dos desafios do cotidiano, para que assumam um posicionamento pautado na argumentação científica?

No caso da competência científica, aqui entendida como a capacidade de empregar o conhecimento científico, questioná-lo e vivenciá-lo para que as conclusões sejam baseadas nos dados, é fundamental que o professor desenvolva um ensino centrado na figura dos estudantes. A sua participação ativa no processo de aprendizagem os levará a ter condições de desenvolver as habilidades necessárias para a tomada de decisões sobre o mundo natural e compreensão das modificações que a atividade humana provocou e provoca no mundo natural (PEREZ; VILLAGRA, 2020).

Cabe ao professor então considerar que o conhecimento é resultado de experiências significativas, que se ampliam no trabalho compartilhado e no engajamento. Baseada nisso, a coleção convida ao exercício de uma relação respeitosa com o mundo natural em todas as suas dimensões, contemplando o conhecimento científico escolar e sua divulgação em aliança com o desenvolvimento social.

A coleção valoriza o respeito da natureza do conhecimento, a autonomia intelectual e a colaboração social, e se assumem valores políticos para a construção de uma sociedade mais justa e democrática.

A contextualização e a problematização em Ciência e Tecnologia

A contextualização no ensino vem sendo defendida por diversos educadores e pesquisadores como um meio de possibilitar aos estudantes uma educação para a cidadania concomitantemente à aprendizagem significativa de conteúdos, seja ela pensada como um modo de ensinar conceitos das ciências ligados à vivência dos estudantes, na forma de recurso pedagógico, seja como princípio norteador do processo de ensino.

Silva (2007, p. 121), em seu trabalho de pesquisa voltado ao entendimento da palavra **contextualização**, elencou três perspectivas educacionais para seu significado:

> (i) a contextualização como exemplificação, entendimento, ou informação do cotidiano – que pode ser caracterizada por compreensão de situações problemáticas, aplicação de conteúdos científicos emoldurados por situação do dia a dia do aluno, com ênfase na informação, e não no desenvolvimento de competências, atitudes ou valores;
>
> (ii) a contextualização como entendimento crítico de questões científicas e tecnológicas relevantes que afetam a sociedade – essa orientação é característica do movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), que em geral propõe a abordagem de temas de interesse social que permitam o desenvolvimento de atitudes e valores para que os alunos enfrentem um mundo cada vez mais tecnológico e possam atuar, com responsabilidade, frente a questões problemáticas da ciência e da tecnologia relacionadas à sociedade, e
>
> (iii) contextualização como perspectiva da transformação da realidade social – caracterizada pela ênfase no entendimento crítico dos aspectos sociais e culturais ligados à ciência e tecnologia, em outras palavras, a inserção da prática social no ensino com vistas à transformação social.

A primeira forma de contextualização é a mais simples e também uma forma de "dourar a pílula", quando são usados apenas exemplos do cotidiano que se relacionam com o objeto de estudo. Já a segunda e a terceira estão relacionadas ao desenvolvimento de atitudes e valores de modo a inserir as questões científicas e tecnológicas no campo social. A terceira pressupõe, ainda, um posicionamento político.

A BNCC defende a necessidade da contextualização dos conhecimentos na realidade vivenciada pelos estudantes, a fim de atribuir-lhes sentido e, assim, contribuir para a aprendizagem significativa.

EM OFERTA

Para isso, articula as dimensões do trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura. A contextualização é compreendida como a inserção do conhecimento disciplinar em uma realidade plena de vivências, buscando o enraizamento do conhecimento explícito na dimensão do conhecimento tácito.

O ensino contextualizado é um importante meio de estimular a curiosidade e fortalecer a confiança dos estudantes. Por outro lado, sua importância está condicionada à possibilidade de levar os estudantes a terem consciência sobre seus modelos de explicação e compreensão da realidade, reconhecê-los como equivocados ou limitados a determinados contextos, enfrentar o questionamento, colocá-los em xeque num processo de desconstrução de conceitos e reconstrução/apropriação de outros.

Contextualizar é dar sentido ao que se ensina, é inserir os estudantes num universo amplo, é encadear ideias. O sentido de contextualizar os conteúdos ministrados na sala de aula é permitir que os estudantes encontrem aplicabilidade, utilidade para aquilo que aprenderam. O professor, ao trazer para a sala de aula experiências pessoais, sociais e culturais, faz com que os estudantes saiam da condição de espectadores passivos e estabeleçam relações de reciprocidade entre eles e o objeto de conhecimento, configurando uma aprendizagem significativa (QUEIROZ, 2003).

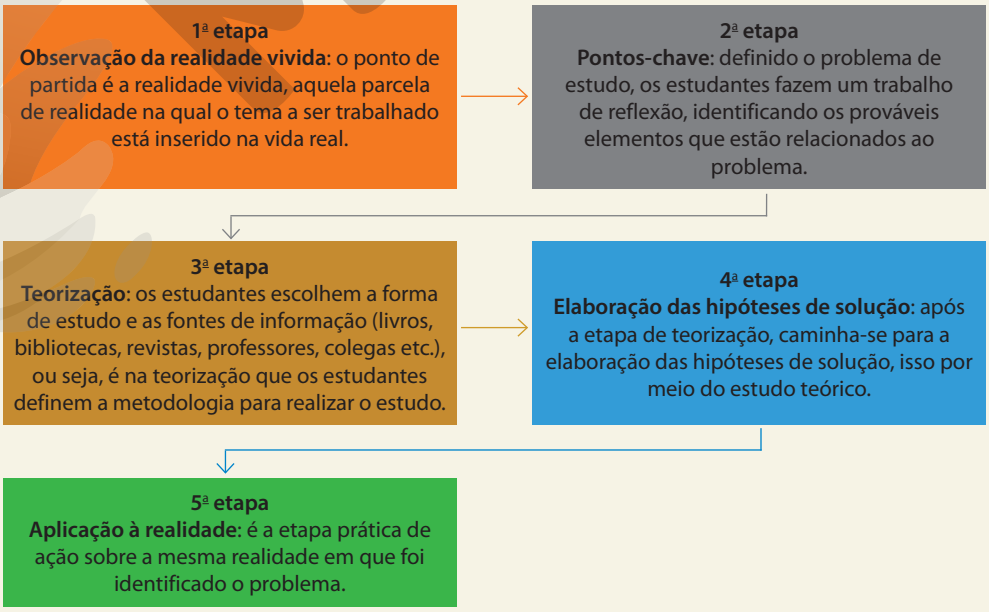
Ao lado da contextualização, nesta obra é utilizada a problematização. A problematização é entendida aqui como uma maneira de colocar a realidade para ser refletida e os estudantes para pensarem juntos propostas de avanços e mudanças para tal situação. Os estudantes precisam reconhecer que o problema formulado pelo professor, enquanto recurso pedagógico, deve ser significativo para eles, a ponto de sentirem a necessidade de solucioná-lo e, para tal, exigirá deles o desenvolvimento do conhecimento científico escolar.

Mori e Cunha (2020, p. 176) definem que "problematizar é estabelecer um 'diálogo' entre os conhecimentos, colocando em discussão a interpretação dos estudantes sobre determinada realidade e as teorias científicas, ou seja, problematiza-se tanto o conhecimento dos estudantes quanto o conhecimento científi-co em discussão". Portanto, ainda nas palavras dos autores, problematização é "todo processo de discussão gerado quando um problema é proposto em atividade pedagógica e que leve o estudante à construção do conhecimento por meio da reflexão, do diálogo e da participação ativa" (MORI; CUNHA, 2020, p. 176).

Desse modo, a problematização pode ser uma estratégia potencial para a construção do conhecimento e sua apropriação pelos estudantes. Portanto, Francisco (2008, p. 20) considera que seja "no diálogo da realidade observada, na problematização e na reflexão crítica de professores e estudantes que se faz o conhecimento".

Na intenção de preparar os estudantes para tomar consciência de seu mundo e participar intencionalmente para transformá-lo, a problematização os torna participativos no processo de transformação da sociedade para que as pessoas possam ter uma vida com mais qualidade. Usar a problematização como uma maneira de fazer com que os estudantes conheçam a realidade que os cerca e as demandas do cenário ao qual estão inseridos para que juntos em sala de aula possam pensar formas de superá-los. Claro que a observação das diferentes situações depende da visão de mundo e das experiências de cada estudante, podendo diferir de um para outro.

Uma proposta ao professor seria o planejamento de uma atividade que se fundamenta pelo caminho didático do Arco de Maguerez. De acordo com Mori e Cunha (2020, p. 177), esse caminho é estabelecido pelas etapas listadas a seguir.



De forma resumida, um problema da realidade é selecionado e, sobre ele, faz-se um estudo, investigam-se as variáveis, discutem-se os dados obtidos e, ao final, torna a observar a mesma realidade, agora para propor ações que sejam capazes de modificá-la de alguma forma. Ao longo de todos os volumes da coleção, há situações-problema, muitas vezes apresentadas na seção *Interligações*, que você poderá aplicar os passos do Arco de Maguerez. Essa divisão da realidade em partes também favorecerá o desenvolvimento do pensamento computacional.

A importância desse tema tem sido bastante destacada no ensino, ainda que seja complexo porque abrange diferentes referenciais teóricos com métodos e objetivos de ensino variados. Ainda assim, existe um consenso de que a proposição de um problema é fundamental para auxiliar na aprendizagem dos estudantes. Entre as propostas que consideram a necessidade da existência de problematizações no ensino, as abordagens Ciência, Tecnologia e Sociedade-CTS mostram-se frutíferas para tal (SOLINO; SASSERON, 2019).

Oliveira (2019, p. 200) cita o pesquisador Cutcliffe (2004) para conceituar CTS como sendo "uma cultura cujo centro se baseia em analisar e entender a ciência e a tecnologia como um conceito social complexo, que incide diretamente em questões culturais, políticas, econômicas e de teoria geral". O mesmo autor menciona Acevedo (1996) para complementar a definição sobre CTS afirmando ser uma "opção transversal, anteferindo os conteúdos atitudinais (cognitivos, afetivos e valorativos) e axiológicos (valores e normas)".

A coleção se inspira na construção de um currículo comprometido com o desenvolvimento de conhecimentos, procedimentos e atitudes que promovam contribuições para a vida dos estudantes. Portanto, considera-se a responsabilidade social e ambiental e busca-se envolver os estudantes em processos coletivos de tomada de decisão relacionados à Ciência, à Tecnologia e à Sociedade (CTS).

O ensino na vertente CTS contribui para a aproximação do conteúdo científico à realidade dos estudantes na medida em que promove uma reflexão sobre as relações existentes entre os campos da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade. Por exemplo, de que maneira o desenvolvimento científico-tecnológico tem afetado direta ou indiretamente a vida em sociedade, e como a participação social pode contribuir para esse avanço, entre outros assuntos (SANTOS; AULER, 2011). Pode-se dizer que, na abordagem CTS, o ensino do conteúdo de ciências dá-se em um contexto autêntico de seu meio tecnológico e social, no qual os estudantes devem integrar os conhecimentos científicos e tecnológicos com as experiências cotidianas.

Ao ampliar um pouco mais essa perspectiva, na abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – CTSA, inclui-se a educação ambiental como um aspecto que deve ser estudado e discutido em sala de aula (PINHEIRO, 2007). Nesse sentido, a sociedade e o ambiente tornam-se cenários de aprendizagem, nos quais seria possível identificar temas ou problemas, potencialmente relevantes, para serem estudados e investigados. Com isso, pretende-se a apropriação dos conhecimentos científico e tecnológico, em busca de soluções para determinadas problemáticas sociais e/ou ambientais e/ou de outra natureza, contribuindo para a construção de um juízo de valor e de uma tomada de decisão (RICARDO, 2007).

Ao ensinar os conteúdos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias na vertente CTS, espera-se uma construção conceitual correlacionada com aspectos do âmbito político, econômico, tecnológico, social e ambiental. Considera-se que o estudo dos conteúdos científicos e tecnológicos não devam ser aprendidos como um fim em si mesmo, mas como parte de um processo que leva a uma formação que pode tornar os estudantes capazes de agir como cidadãos na vida em sociedade. Para isso, é necessário que o ensino ocorra dentro de um contexto e que este não seja usado, apenas, como uma forma de ilustrar o conhecimento científico escolar, mas como uma estratégia para se desenvolver a elaboração dos conhecimentos conceituais, atitudinais e procedimentais, formando os estudantes para o exercício consciente da cidadania (SANTOS; SCHNETZLER, 2000).

Assim, reafirmamos que "ensinar é desencadear um programa de interações com um grupo de estudantes, a fim de atingir determinados objetivos educativos relativos à aprendizagem de conhecimentos e à socialização" (TARDIF, 2004, p. 118). Nessa perspectiva, entendemos que ensinar pode ser assumir o desafio de mudança de prática, considerando novas abordagens para o processo de ensino e aprendizagem, mais coerente com o modelo de sociedade atual.

O tratamento matemático

A realização de pesquisas na área das ciências exige, quase sempre, um tratamento matemático adequado. Muitas vezes, esse tratamento é desenvolvido especialmente para a adequação dos dados analisados no momento, enquanto há casos que exigem apenas ferramentas estatísticas auxiliares na organização e interpretação dos resultados obtidos. Mesmo que de formas distintas para uma ou outra área, para um ou outro tipo de pesquisa, relatórios de conclusão apresentam, geralmente, análises estruturadas com base em dados numéricos. Especialmente no caso da Física e da Química, é rotineira a mobilização de sofisticadas ferramentas matemáticas pelo pesquisador, seja na preparação de seu trabalho, seja na interpretação dos resultados, seja nas conclusões que divulga. Assim, no âmbito daqueles que se dedicam às ciências, a Matemática desempenha papel de grande relevância.

Consideramos a importância da Matemática em sua capacidade de exprimir de maneira sintética e precisa o conhecimento dos fenômenos, tanto no espectro de ação do pesquisador da ciência quanto no do aprendiz. Guardadas, naturalmente, as evidentes diferenças entre curiosidades e necessidades de um e outro.

Assim, se, por um lado, não concebemos o desenvolvimento de um curso de Ciências de Ensino Médio desarticulado do aparato matemático necessário, por outro, reconhecemos a necessidade de identificar com clareza o grau dessa articulação, para que, em primeira e última instâncias, a prioridade do trabalho recaia sobre a construção do conhecimento.

Alguns dos temas de estudo parecem exigir maior vinculação aos conhecimentos matemáticos, a julgar pelo modo com que, outrora, alguns cursos eram estruturados. No grupo de conteúdos desses temas, identificamos, por exemplo: na Física, a Cinemática e a Óptica; na Química, o cálculo estequiométrico; e na Biologia, o estudo das populações.

CÓPIA

Um dos riscos comuns consiste em priorizar a análise matemática em detrimento da compreensão dos conceitos associados. Situações-problema específicas podem exigir a aplicação de ferramentas matemáticas mais elaboradas, e precisamos sempre nos perguntar se tais casos são imprescindíveis, se perseguimos os objetivos de nosso planejamento. Não podemos deixar de apresentar, com a devida atenção, esses conteúdos, todavia, devemos fazê-lo sem a preocupação de simular situações fictícias, nas quais a aplicação de fórmulas pode vir a suplantar em importância a real compreensão conceitual.

O papel da Matemática, como elemento estruturador do conhecimento, relaciona-se a um aspecto bastante importante especialmente na concepção das atividades que apresentamos para os estudantes: os **contextos** sobre os quais se desenvolvem as ações.

A experimentação

A inclusão da experimentação no ensino de Ciências da Natureza é justificada pela importância de seu papel investigativo e pedagógico de auxiliar os estudantes no entendimento dos fenômenos e na construção dos conceitos. Para que os experimentos tenham importância no desenvolvimento cognitivo dos estudantes é fundamental que eles integrem uma sequência didática (constituída de várias outras atividades) e que provoquem reflexões e discussões de ideias, norteando-os no sentido da compreensão de conceitos.

Para Suart, Marcondes e Carmo (2009), as atividades de caráter investigativo buscam uma questão problematizadora que, ao mesmo tempo, desperte a curiosidade e oriente a visão dos estudantes sobre as variáveis relevantes do fenômeno a ser estudado, fazendo com que eles levantem suas próprias hipóteses e proponham possíveis soluções.

Nos livros desta coleção, os experimentos ocupam posições variáveis na sequência de cada capítulo. No entanto, fica a critério do professor, diante da estratégia adotada e da motivação dos estudantes, a opção por utilizá-lo no momento que julgar mais oportuno.

Em alguns casos, o experimento se inicia com uma questão que será esclarecida com as reflexões a respeito das observações realizadas; em outros, os estudantes vão construir o conhecimento com base nas etapas propostas na atividade.

A sugestão é que os experimentos sejam feitos em grupos (o ideal é que tenham, no máximo, cinco estudantes). Isso porque, mais importante que a própria manipulação de materiais e coleta de observações, é a troca de opiniões e a cooperação entre os indivíduos do grupo em busca da elaboração de hipóteses, conclusões e modelos explicativos.

As atividades experimentais, além de permitirem a aquisição de habilidades relativas à manipulação de materiais, têm a função pedagógica de "propiciar oportunidade para que os estudantes elaborem hipóteses, testem-nas, organizem os resultados obtidos, reflitam sobre o significado de resultados esperados e, sobretudo, o dos inesperados e usem as conclusões para a construção do conceito pretendido" (PCN+, 2002, p. 52).

Para as atividades práticas sugeridas na coleção, foram escolhidos materiais de fácil aquisição e que possam ser utilizados com segurança no ambiente escolar.

Em alguns experimentos, há o quadro *Atenção*, que traz orientações importantes para o desenvolvimento da atividade ou para a segurança na manipulação dos materiais.

A segurança no laboratório de Ciências

Algumas atividades que envolvem experimentos não precisam de salas especiais, podendo ocorrer em salas de aulas regulares quando a escola apresenta problemas estruturais, como a falta de um laboratório, sempre privilegiando a segurança dos alunos. Também é necessário considerar a hipótese de o professor não contar com recursos e drogas de laboratório; nesses casos, para a realização dos experimentos propostos nos livros-texto, são necessários apenas materiais caseiros e/ou comprados em farmácias, supermercados, casas de materiais de construção etc. No caso de haver dificuldade de comprar alguns materiais no comércio local, é possível adquiri-los via internet.

Tanto na realização de experimentos em sala de aula quanto no laboratório – e, neste último caso, isso se torna mais importante –, é fundamental que o professor favoreça um ambiente de responsabilidade pela segurança de todos, propiciando que os alunos entendam que a falta de seriedade pode causar riscos.

Investigações reforçam as já conhecidas constatações de que demonstrações em Ciências podem constituir cenários que priorizam aspectos emocionais dos estudantes, potencializando o aprendizado de conceitos.

As aulas com demonstrações objetivam a transposição dos limites frios do ensino formal, descritivo e axiomático, em direção a um cenário rico em estímulo e interativo. As observações iniciais têm indicado que os estudantes participantes deste ensino apresentam maiores interesses na busca de explicações e dos significados subjacentes aos fenômenos demonstrados. Os principais elementos presentes nas demonstrações costumam ser: o inesperado, o curioso, o desafio a ser vencido, a quebra e/ou substituição de paradigmas, o inacreditável, o mágico/lúdico e o previsível.

A realização de experimentos geralmente desperta nos estudantes um maior interesse pelo estudo de Ciências. É importante associar o "saber fazer" com o "explorar/compreender" os fenômenos ou princípios científicos.

Regras básicas de segurança

De maneira geral, é aconselhável o uso de óculos de segurança. Sabemos que a maioria das escolas não dispõe desse dispositivo, mas sugerimos que a escola adquira quantidade suficiente para uma turma. Os óculos podem ser facilmente lavados e utilizados por vários grupos de alunos.

Também, é aconselhável o uso de sapatos, e não sandálias, e aventais ou vestimentas que possam servir de proteção às pernas (calças, vestidos ou saias não muito curtos).

Um cuidado importante é o de não deixar frascos de materiais que não serão utilizados ao alcance do aluno. É preferível acondicionar os reagentes que serão manipulados pelos alunos em pequenos frascos, principalmente quando se tratar de materiais inflamáveis ou de toxicidade relevante.

EM OBRA

É importante que o professor organize os materiais de maneira que não seja necessária a movimentação do aluno entre as mesas ou bancadas do laboratório. É imprescindível que os alunos percebam que o ambiente exige certos cuidados pessoais.

Ainda, um cuidado que se deve ter é o de testar o experimento antes de sua realização, garantindo seu êxito.

Não se deve improvisar no que diz respeito a uma montagem experimental. Devem ser evitadas situações como aproximar a lamparina da tela de amianto colocando algum suporte não apropriado; pipetar com a boca; prender um tubo a uma garra não apropriada.

Deve-se conhecer a localização, no laboratório, do extintor de incêndio, verificando se está em condições de uso. Caso não haja extintor no local de realização da atividade, seria aconselhável providenciar um. As portas devem estar desbloqueadas, sem nada que impeça a saída dos alunos.

O professor deve lembrar que seu comportamento no laboratório é muito importante, pois pode refletir nas atitudes que os alunos terão durante as aulas. Dessa maneira, é importante que não sejam permitidas brincadeiras e que sejam exigidas posturas, por parte do aluno, de respeito ao ambiente do laboratório, aos colegas e a si próprio.

Apresentamos, a seguir, algumas outras regras de conduta básicas, que podem contribuir para a realização com segurança de atividades experimentais.

1. Não coma ou beba no laboratório.

2. Não ingira ou beba qualquer material utilizado como reagente, mesmo que pareça inofensivo ou que seja um alimento fora do laboratório, como sal, açúcar, pão, água etc.

3. Não coloque sobre a bancada cadernos, bolsas, livros, mochilas. Deixe somente o necessário para suas anotações.

4. Não toque os reagentes com as mãos, sem autorização do professor. Caso aconteça, comunique ao professor e proceda conforme as orientações recebidas.

5. Prenda os cabelos, principalmente se for trabalhar com fogo.

6. Não retorne reagentes aos frascos de origem.

7. Não misture reagentes sem a prévia autorização do professor.

8. Não aponte a boca do tubo de ensaio ou de outro frasco para seu colega.

9. Não jogue resíduos na pia ou na lixeira. Siga as orientações de seu professor para o descarte adequado dos reagentes.

10. Concentre-se em seu trabalho. Não se distraia com brincadeiras, conversas paralelas, jogos, ouvindo música etc. Lembre-se que a segurança no laboratório depende de cada um.

Fonte: GRUPO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO QUÍMICA. *Atividades experimentais de Química no Ensino Médio*: reflexões e propostas. São Paulo: SEE/CENP, 2009.

O papel do professor

No contexto atual de educação, novos desafios são colocados para o desenvolvimento da docência no que se refere ao conhecimento científico, pedagógico e cultural, além da necessidade de lidar com uma maior diversidade de estudantes, diferentes recursos e novas formas de abordar os conteúdos escolares. Ideias que outrora estavam fortemente arraigadas sobre o que se espera de um professor não mais fazem sentido no momento que vivemos. Essas ideias de outrora estão relacionadas com a própria herança cultural da escola e marcam a representação do que é considerado um "bom" professor, se é que podemos fazer essa qualificação devido à polissemia do significado do termo, passível de interpretações diferentes e mesmo divergentes. Devido à grande responsabilidade do ato de ensinar, os professores querem falhar o menos possível (PIMENTA, 2004). Entre os vários traços que marcam a representação do que é ser professor estão o gestual próprio, a capacidade de comunicação para levar os estudantes à compreensão dos conhecimentos e a consideração de que seja "aquele que detém o conhecimento". Com isso, os professores acabam ficando tanto com as conquistas como também com a responsabilidade pela não aprendizagem dos estudantes. Historicamente, uma série de atributos tem sido atrelada socialmente ao papel do professor, sem certa consciência e atitude reflexiva para tal.

Algumas questões que acabam sendo vistas como escolha individual de um professor responsável por uma turma ou disciplina são traços comuns à maioria das escolas: a disposição enfileirada dos estudantes nas salas de aula, a sequência de conteúdos e conceitos de uma disciplina, os tipos de atividade didática, a forma de tratar o conteúdo, priorizando conclusões em detrimento do caminho para se chegar a elas, a falta de espaço para questionamentos e debates, a forma como o livro didático é usado – o mais frequente é que ele sirva de base para o professor preparar sua aula expositiva, adotando exatamente a mesma sequência do texto –, entre outras.

Esse modelo, profundamente arraigado em nossa sociedade, acaba sendo o viés em torno do qual a escola se orienta e se organiza. Porém, dentro das salas de aula, devemos lembrar que a organização escolar envolve ideias, opiniões e tradições advindas de vários componentes.

Apesar de tudo, ao perguntarmos a um professor, independentemente de sua concepção pedagógica, qual é o objetivo atual da educação escolar e, portanto, qual é seu papel como agente central desse processo, normalmente obtemos respostas muito parecidas; é comum que a resposta esteja em torno de desenvolver a capacidade de os estudantes raciocinarem, criarem, trabalharem em grupo, de serem solidários, de caminharem em busca de sua própria autonomia intelectual, e assim por diante.

Desse modo, apesar das profundas mudanças pelas quais a sociedade e o papel do conhecimento vêm passando, as aulas tendem a ser ministradas como nos velhos tempos, por meio de representações internalizadas por professores e pela sociedade, como se os objetivos fossem os mesmos do início do século XX. Apesar das dificuldades crescentes de manter a disciplina, muitos professores mantêm a expectativa de que os estudantes fixem a atenção naquilo que eles falam e escrevem na lousa e se concentrem nos conteúdos e na execução de tarefas.

MANUAL DO PROFESSOR

Esse tipo de atividade geralmente não favorece a reflexão e o questionamento. Quer dizer, há uma contradição quase inerente ao sistema escolar: é a que transparece na distância entre o papel idealizado que os professores atribuem à escola quando refletem sobre ela e o que comumente lutam para fazer em suas salas de aula – as dificuldades passam também pelos sérios problemas de desrespeito e violência, que permeiam muitas instituições escolares.

Há um reconhecimento do que seria um encontro pedagógico criativo que propiciasse experiência e desenvolvimento, tanto para a escola quanto para professores e estudantes, e isso representa um dilema: há um modelo interiorizado por toda a sociedade e pelos professores do que é ser professor e do papel da escola convivendo com um mundo em acentuadas alterações que demandam uma grande mudança na instituição escolar e no ensino.

Muitas dessas demandas vêm sendo explicitadas em documentos oficiais, produções acadêmicas e em congressos de educação. Entre as alterações propostas, que têm a ver com as demandas que emergem de mudanças contemporâneas da sociedade, como a inclusão de uma visão e de práticas pedagógicas de natureza interdisciplinar, do uso das tecnologias de informação e comunicação, da valorização de práticas que incentivem a autonomia intelectual, o protagonismo, a solidariedade e a capacidade de trabalhar de modo colaborativo, entre outras – todas elas fundamentais para o desenvolvimento dos jovens.

Esse panorama evidencia que, se de um lado, escola e professores estão diante de situação desconfortável, de outro, vivemos um período em que desafios estimulantes nos convidam a refletir e a procurar novos caminhos para ensinar. Nesse processo que invoca por mudanças, algumas ações podem ajudar; entre elas, o estabelecimento de relações pedagógicas cooperativas. Vamos destacar alguns, entre muitos, caminhos possíveis para o desenvolvimento nessa direção, mostrando o que é fundamental para que se estabeleça uma rede de cooperação que dê suporte às mudanças necessárias:

- Encontrar interlocutores na escola, com os quais possa refletir sobre suas práticas pedagógicas e neles encontrar apoio para encaminhar possíveis soluções para as dificuldades próprias do exercício docente (coordenadores e professores de componentes curriculares, por exemplo).
- Estabelecer parcerias com colegas para introduzir inovações em seu trabalho. Por exemplo, um professor que nunca realizou atividades interdisciplinares poderá pedir a outro especialista, em aspectos nos quais não se sente seguro, que o oriente quanto às referências (livros, *sites* etc.) e formas de auxiliar os estudantes ou poderá sugerir que participem conjuntamente do trabalho. Vale o mesmo para saídas da escola em estudos de campo, uso de recursos de informática e até mesmo o trabalho com dinâmicas que impliquem a participação ativa dos estudantes.
- Usar as ferramentas tecnológicas para estabelecer cooperação com profissionais de sua área ou de outras. Quer dizer, se em sua própria escola não houver tempo/espaço para o estabelecimento de cooperações semelhantes às mencionadas anteriormente, via fóruns de discussão, *chats*, *e-mails*, redes sociais (grupos de professores), por exemplo, é possível encontrar esses apoios. Isso se torna especialmente importante para professores que se iniciam na profissão e que, muitas vezes, têm bom domínio das ferramentas tecnológicas, mas se sentem inseguros para realizar um trabalho que exija conhecimentos em torno dos quais têm pouca formação; na parceria com outros colegas mais experientes, mas talvez despreparados para lidar com as tecnologias, ambos terão muito a aprender.
- Empenhar-se para que recursos tecnológicos sejam incorporados ao seu dia a dia na busca de informações relevantes para seu próprio crescimento pessoal e profissional. A ampliação do conhecimento por meio da aprendizagem constante representa uma forma de "apoio interno" na medida em que alarga os próprios horizontes pessoais, permitindo que o professor vislumbre assuntos e caminhos que tornem suas aulas mais criativas e interessantes, contribuindo para despertar nos estudantes um processo semelhante, e que compreenda a existência de pontos de contato da Biologia, da Física e da Química entre si e com outros componentes curriculares.
- Usar a internet para participar de redes de trocas de informação e apoio com escolas e professores que têm conseguido mudar o foco de suas ações profissionais; é possível localizar experiências na rede pública de todo o país, algumas bastante inovadoras (mudando o foco do professor que "ensina" para estudantes que atuam individualmente e em grupo, aprendendo sob a coordenação do professor).

Vale ressaltar que tudo o que está disponibilizado na internet deve passar por uma avaliação crítica por parte do professor, antes que qualquer postura seja adotada. Por exemplo, há redes de professores nas quais são disponibilizados inúmeros vídeos de músicas e de aulas em que o único objetivo é que os estudantes decorem fórmulas, definições e regras. Por isso, é fundamental que o professor avalie cada sugestão mediante os objetivos de ensino a que se propõe desenvolver com os estudantes.

Essas são algumas sugestões, mas, nesse percurso, mantendo-se atento, o professor poderá descobrir outras formas de construção de redes de apoio para alavancar as necessárias mudanças em suas concepções de ensino e aprendizagem. Quanto mais elas avançarem por toda a instituição escolar, melhores serão os resultados obtidos, o que será motivo de satisfação a todos os professores comprometidos em enfrentar os desafios contemporâneos de nossa sociedade.

Trabalho em grupo: como e quando fazer

O trabalho em grupo é um recurso pedagógico importante porque pode auxiliar tanto no desenvolvimento das competências gerais, específicas, habilidades e atitudes quanto na promoção do protagonismo e das culturas juvenis. Contribui no sentido de potencializar as interações entre os estudantes que compõem o grupo, fomentando a comunicação e a aprendizagem cooperativa/colaborativa. As *Atividades práticas* e as questões propostas na seção *Comunicando ideias* podem ser utilizadas como sugestões para o trabalho em grupo.

Para a organização dos grupos é essencial considerar a quantidade de estudantes em sala de aula e o tempo disponível para realizar a atividade de ensino. Sugerir temas aos estudantes para que desenvolvam as tarefas em grupo pode estimular o uso de tecnologias digitais, além de possibilitar o exercício da empatia, da negociação e do diálogo na resolução dos conflitos.

MANUAL DO PROFESSOR

Diante disso, a estratégia de aprendizagem que considera tal organização não pode e não deve ser banalizada, mas utilizada em situações-chave, pois é necessário que se invistam tempo e energia para sua realização. Caberá ao professor acompanhar os estudantes para que se desenvolva uma atividade decorrente de uma construção coletiva, possibilitando que avancem com igualdade de oportunidade e juntos na aprendizagem instrumental dos conteúdos, auxiliando uns aos outros por meio do diálogo.

Os estudantes podem ser convidados a desenvolver o tema escolhido, apresentar de forma criativa utilizando diferentes linguagens. Como forma de avaliação, além da que será realizada pelo professor, é possível incluir a autoavaliação na participação do trabalho, assim como a avaliação dos demais componentes do grupo para formar a nota final.

Estudantes de diferentes perfis: como lidar

Ao elaborar o planejamento ou a proposta pedagógica é importante considerar que os estudantes apresentam diferenças individuais que influenciam no processo de ensino e aprendizagem. Olhar para os estudantes em sua diversidade é entender que há diferentes formas para educar e diferentes interesses no contexto de sala de aula. Por isso, as estratégias de ensino e os recursos para a aprendizagem devem ser diversificados, a fim de estimular os diferentes tipos de perfis e interesses dos estudantes. É preciso respeitar essas diferenças, flexibilizando o currículo e utilizando exemplos e problematizações de estudo que estejam relacionados a situações que façam parte de suas vivências cotidianas.

Por muito tempo, no âmbito da aprendizagem escolar, o conceito de inteligência esteve bastante em evidência. Inteligência era tradicionalmente medida pelo coeficiente intelectual (QI), em que estudantes com QI alto eram considerados inteligentes e os com QI baixo eram aqueles que sabiam menos. Entretanto, essa concepção que diferencia os estudantes em termos da inteligência instrumental nada mais é do que uma imposição de valores sociais daqueles grupos mais privilegiados. Por isso, propostas para mudanças nesse sentido têm sido elaboradas, uma vez que se tem considerado que a falta de êxito na aprendizagem pode dever-se a diferentes fatores; entre eles, a falta de participação no ambiente escolar, por exemplo. Essa não participação, em muitos casos, pode estar relacionada ao fato de as situações de ensino estarem distantes dos interesses dos estudantes.

Alguns pesquisadores têm defendido que existem diferentes tipos de inteligência e que a inteligência instrumental é apenas uma delas; portanto, um estudante pode ter baixa inteligência instrumental, porém, em razão de sua experiência com determinadas situações cotidianas, uma alta inteligência prática.

Exemplificando: um estudante que trabalha numa oficina mecânica pode ter conhecimentos sobre o funcionamento do motor do carro que, por sua vez, pode auxiliar o engenheiro mecânico no entendimento de uma falha no processo de produção desse produto ou em outra situação. Ou seja, o conhecimento do estudante que trabalha na oficina é um conhecimento de prática, diferente do conhecimento instrumental sobre os conteúdos de mecânica; entretanto, são conhecimentos válidos e complementares; por isso não podemos dizer que um é mais inteligente que o outro, são inteligências diferentes e cada uma tem sua importância na sociedade. Percebemos com isso que "a relação inteligência e experiência, e inteligência e contexto sociocultural apresentam-se inter-relacionadas" (BRAZ, 2016, p. 69), por isso podemos dizer em termos de inteligência cultural, que engloba as inteligências instrumental, prática e comunicativa.

Em síntese, as experiências e os conhecimentos advindos da vivência cotidiana integram a inteligência prática, enquanto a inteligência instrumental refere-se à aprendizagem escolar. A inteligência comunicativa, por sua vez, auxilia na resolução de situações que as demais não possibilitam (AUBERT *et al*., 2008). Pensando dessa mesma forma, Braz (2016 , p. 69) afirma que "é importante ressaltar que todas essas inteligências devem ser tratadas em um plano de igualdade, em que nenhuma inteligência é posta como mais importante que a outra em um processo comunicativo", entendendo o processo de ensino e aprendizagem como um processo comunicativo. Cabe dizer que aquilo que "uma pessoa de um determinado grupo social necessita saber pode ser diferente do que o contexto lhe exige; assim, todas as pessoas são inteligentes em seu contexto e são capazes de aprender novas habilidades que são necessárias no novo contexto apresentado" (BRAZ, 2016, p. 69). Nesse sentido, aos professores é sugerido que considerem em seus planejamentos das práticas pedagógicas a necessidade de articular os três tipos de inteligência visando potencializar o processo de ensino e aprendizagem e a igualdade entre os estudantes, ainda que apresentem perfis e interesses distintos.

Trabalhando temáticas de direitos humanos, inclusão e respeito ao longo do ano

Um dos desafios contemporâneos da escola é garantir o direito de todos à educação. Para garantir o desenvolvimento de seus estudantes nas dimensões individual e social, como cidadãos conscientes de seus direitos e deveres, é primordial que se invista na inclusão social fundamentada nos valores de liberdade, justiça, pluralidade, solidariedade e sustentabilidade.

Uma educação que tenha a finalidade de promover a mudança e a transformação social precisa estar fundamentada em princípios como dignidade humana; promoção de diálogos interculturais; igualdade de direitos sem distinção de crenças, nacionalidades, orientação sexual ou local de moradia; reconhecimento e valorização das diferenças e diversidades; democratização da educação, garantia da participação de todos no processo educativo; transversalidade, vivência e globalidade. Ao professor caberá promover trabalhos por meio do diálogo, do respeito, numa vertente que considera aspectos interdisciplinares e sustentabilidade socioambiental e estimula o respeito ao espaço público e coletivo.

Como se trata de construção de valores éticos, é fundamental que todos esses temas sejam trabalhados de forma vivencial, adotando-se instrumentos e estratégias metodológicas que promovam a construção prática desses valores, envolvendo não só o ambiente escolar, como também a comunidade e extrapolando para o mercado de trabalho onde, futuramente, os estudantes estarão inseridos.

EDIÇÃO MODERNA

Nesse contexto de respeito e exercício dos valores, é preciso um olhar atento para o *bullying*, um conjunto de atitudes agressivas verbais ou físicas, intencionais e repetitivas que envolvem uma pessoa ou grupo e têm a intenção de intimidar, causar dor ou angústia em um indivíduo. O *bullying* pode ocorrer em qualquer contexto social e não é um fenômeno recente, mas cresceu com a influência dos meios eletrônicos, como a internet, onde os apelidos pejorativos e as brincadeiras ofensivas ganharam proporções muito maiores. Envolve geralmente três grupos de sujeitos: os alvos, os autores e as testemunhas.

O *bullying* é classificado como direto, quando as vítimas são atacadas diretamente, ou indireto, quando estão ausentes. São considerados *bullying* direto os apelidos, agressões físicas, ameaças, roubos, ofensas verbais ou expressões e gestos que geram mal-estar aos alvos. São atos utilizados com uma frequência quatro vezes maior entre os meninos. O *bullying* indireto compreende atitudes de indiferença, isolamento, difamação e negação aos desejos, sendo mais adotados pelas meninas. [...]

Considera-se alvo o aluno exposto, de forma repetida e durante algum tempo, às ações negativas perpetradas por um ou mais alunos. [...] Em geral, não dispõe de recursos, *status* ou habilidade para reagir ou cessar o *bullying*. Geralmente, é pouco sociável, inseguro e desesperançado quanto à possibilidade de adequação ao grupo. Sua baixa autoestima é agravada por críticas dos adultos sobre a sua vida ou comportamento, dificultando a possibilidade de ajuda. Tem poucos amigos, é passivo, retraído, infeliz e sofre com a vergonha, medo, depressão e ansiedade. Sua autoestima pode estar tão comprometida que acredita ser merecedor dos maus-tratos sofridos. [...]

O autor de *bullying* é tipicamente popular; tende a envolver-se em uma variedade de comportamentos antissociais; pode mostrar-se agressivo inclusive com os adultos; é impulsivo; vê sua agressividade como qualidade; tem opiniões positivas sobre si mesmo; é geralmente mais forte que seu alvo; sente prazer e satisfação em dominar, controlar e causar danos e sofrimentos a outros. Além disso, pode existir um componente benefício em sua conduta, como ganhos sociais e materiais. São menos satisfeitos com a escola e a família, mais propensos ao absenteísmo e à evasão escolar e têm uma tendência maior para apresentarem comportamentos de risco (consumir tabaco, álcool ou outras drogas, portar armas, brigar, etc.) [...]

A maioria dos alunos não se envolve diretamente em atos de *bullying* e geralmente se cala por medo de ser a próxima vítima, por não saberem como agir e por descrerem nas atitudes da escola. [...]

Grande parte das testemunhas sente simpatia pelos alvos, tende a não culpá-los pelo ocorrido, condena o comportamento dos autores e deseja que os professores intervenham mais efetivamente. Cerca de 80% dos alunos não aprovam os atos de *bullying*. A forma como reagem ao *bullying* permite classificá-los como auxiliares (participam ativamente da agressão), incentivadores (incitam e estimulam o autor), observadores (só observam ou se afastam) ou defensores (protegem o alvo ou chamam um adulto para interromper a agressão). [...]

Fonte: NETO, A. A. L. *Bullying* – comportamento agressivo entre estudantes. *Jornal de Pediatria*, Rio de Janeiro, v. 81, n. 5, p. 164-172, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/jped/v81n5s0/v81n5Sa06.pdf>. Acesso em: maio 2020.

Projetos para redução da violência estudantil e do *bullying* devem envolver professores, estudantes, funcionários e pais e contar com ações de conscientização. É importante estabelecer normas, diretrizes coerentes e envolvendo a participação de todos:

- Criar espaços para conscientização geral e para a escuta e a fala na direção de resolução dos conflitos de forma não violenta garantindo um ambiente escolar sadio e seguro para todos, promovendo uma cultura de paz.
- Não rotular os sujeitos envolvidos no *bullying*, mas trabalhar com cada grupo de forma específica de acordo com suas necessidades.
- Olhar para cada estudante como um indivíduo, compreender o que se passa com o sujeito inserido no conflito e exercer empatia e apoio acolhendo as vítimas de *bullying*.
- Conversar sobre o tema, abrir o diálogo entre pais, estudantes e professores com o objetivo de conscientizar os agressores sobre a incorreção de seus atos.

Numa perspectiva mais geral, focalizar a escola inteira e não apenas os envolvidos diretamente no *bullying*, como os agressores ou as vítimas, é mais coerente ao se considerar a escola um sistema dinâmico. Por isso, o *bullying* nesta concepção torna-se um problema sistêmico, "abrangendo alunos, professores, pais, a escola e a comunidade como um todo". A intervenção, portanto, requer múltiplas estratégias que envolvem a "participação ativa do diretor da escola durante todo o processo de intervenção e uma abordagem multifacetada e compreensiva do *bullying*. Essa abordagem deve instituir medidas tais como: (1) uma política abrangente e clara para a escola combater o *bullying* nas suas mais diversas formas; (2) fornecimento de treinamento básico para os professores, funcionários e alunos sobre as atitudes específicas a serem tomadas quando da ocorrência de episódios de *bullying*; (3) educação e envolvimento dos pais para que possam compreender o problema, reconhecer os sinais e intervir adequadamente; (4) adaptação de estratégias específicas para lidar com os agressores e com as vítimas, envolvendo a inclusão dos pais; (5) encorajamento dos alunos para denunciarem colegas agressores para apoiarem colegas vítimas de *bullying*; (6) utilização de medidas que aumentem a supervisão pelos adultos, que podem incluir a presença física mais constante por parte de um adulto ou através de monitorização por equipamentos eletrônicos; (7) realização de estudos pré e pós-intervenção visando confirmar o impacto que as estratégias anti-*bullying* tiveram na escola".

Fonte: ISOLAN, L. *Bullying* escolar na infância e na adolescência. *Revista Brasileira de Psicoterapia*, v. 16, n. 1, p. 68-84, 2014.

EM MOBRA

As TDICs e a educação

O surgimento da Sociedade da Informação trouxe a substituição da mão de obra por máquinas e robôs, ficando as pessoas em cargos de gestão de informações. Essa nova sociedade favoreceu o desenvolvimento das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) e causou alterações na velocidade com que essas tecnologias evoluíram e as informações foram disponibilizadas pelos meios de comunicação (CASTELLS, 2016).

Esse novo cenário expõe os estudantes a uma grande quantidade de informações, aplicações e objetos didáticos, uma vez que as TDICs possibilitam, com o uso de imagens, símbolos, notações, áudios e vídeos, formular determinadas informações e transmiti-las. O que se percebe é que, cada vez mais, os jovens passam a ter acesso às informações, estão mais conectados e compartilham experiências. Claro que não podemos desconsiderar que o acesso não é uma realidade para todos os estudantes.

Embora muitos de nós, professores, estejamos ainda pouco acostumados a fazer uso das TDICs no contexto escolar, os estudantes têm mostrado interesse pelos seus usos, mesmo aqueles que ainda têm pouco acesso. A possibilidade de pesquisar, de organizar registros, de simular o mundo invisível de moléculas e átomos, por meio do uso de aplicativos, simulações, jogos digitais ou realidade aumentada, tem mostrado resultados satisfatórios para a aprendizagem, trazendo à sala de aula inovação, participação e interação.

É fundamental que o uso das TDIC seja bem planejado e orientado pelo professor, para que se torne um recurso eficiente e os objetivos pretendidos sejam atingidos: que os estudantes sejam capazes de selecionar informações, analisar vídeos, imagens, textos, usar simulações para auxiliar na compreensão de conceitos, compartilhar ideias, entre tantos outros.

Um dos maiores desafios que o professor enfrenta é o de incorporar as TDIC em sua prática, o que, sem dúvida, exige uma mudança cultural sobre o papel do professor e da escola. Isso pressupõe a valorização da atribuição do professor como orientador das atividades que podem ser feitas com o uso de uma tecnologia, instruindo e supervisionando o processo dos estudantes. Ao mesmo tempo, estudantes e comunidade devem entender que o professor não é o "detentor" do conhecimento, mas um orientador experiente que conhece mais a respeito do que ensina do que seus estudantes, embora tenha sempre muito a aprender. Assim, é essencial refletir sobre o papel da escola, fundamental no sentido de viabilizar ou impedir que a inovação, expressa por uma nova forma de ensinar, facilitada com o uso das TDIC, incorpore-se à cultura escolar.

Segundo Valente (2003), a verdadeira função do aparato tecnológico não deve ser o ensino propriamente dito, mas sim a de criar condições de aprendizagem ativa. Dessa forma, o professor não deve se restringir a um mero repassador de informação, e sim ser o facilitador no processo de aprendizagem dos estudantes. Essa nova maneira de pensar o ensino nos propõe a refletir que, se antes o pensamento lógico-matemático era central para a resolução de problemas, novas habilidades passaram a ser exigidas na contemporaneidade, sendo marcadas por imaginação, criatividade e inovação.

Por isso, à prática docente é demandada uma reconfiguração que atenda às necessidades sociais de informação e conhecimento. Um novo desafio que se configura por um contexto social, econômico e cultural, sustentado pelas tecnologias de informação e de comunicação, apresenta-se ao professor. Nesse sentido, os estudantes não devem ser colocados como consumidores de tecnologia, mas como produtores de dispositivos e saberes tecnológicos para construir respostas aos problemas. Para que essa mudança de paradigma se torne uma possibilidade, deve-se desenvolver nos estudantes o pensamento computacional.

Mesmo que o professor esteja pouco familiarizado com o uso dos recursos tecnológicos, poderá começar por fazê-lo em algumas poucas atividades sempre que possível, para ganhar confiança nesse uso. Para isso, vale recorrer ao trabalho compartilhado com colegas de outras áreas, com alguma experiência na utilização pedagógica das TDIC. O emprego de simulações, por exemplo, é particularmente instigante para os estudantes, pois permite a realização de atividades interativas, propiciando, se bem utilizado, o avanço em relação à aprendizagem.

O pensamento computacional

O termo **pensamento computacional** apareceu na literatura pela primeira vez em 2006, em um artigo de Jeannete Wing, sendo definido como um conjunto de habilidades relacionadas ao desenvolvimento de soluções computacionais para problemas do mundo real. Wing afirma, inclusive, que se deveria ensinar essas habilidades assim como se ensina as crianças a ler, escrever e calcular.

O pensamento computacional não deve ser confundido com o uso eficiente de aplicações de escritório, como editores de texto, *software* de planilha eletrônica ou navegadores da internet, mas sim compreendido como um conjunto de habilidades para expandir as capacidades humanas com o uso dos computadores. Em consonância com a visão de Wing, em 2008, Paulo Blikstein já ilustrava a importância desse tipo de pensamento em seu texto *O pensamento computacional e a reinvenção do computador na educação*, no qual diz que tanto a academia quanto a indústria sofriam influência do avanço da tecnologia, desconstruindo, inclusive, os estereótipos. A ideia que se tinha de pesquisadores com aventais brancos atrás de bancadas de laboratórios se transformou em pessoas sentadas à frente do computador, criando e testando modelos computacionais, realizando simulações.

Com o passar dos anos, a definição do termo pensamento computacional foi sendo refinada e aprofundada. Em 2008, Wing afirmou que esse tipo de pensamento dialoga com a Matemática – dada a maneira como se aborda uma situação-problema para resolvê-la –, com a Engenharia – devido à abordagem do *design* da solução e avaliação de um sistema grande e complexo que opera com muitas variáveis – e, também, com o pensamento científico –, pois se faz necessário entender conceitos como computabilidade, inteligência, mente e o comportamento humano. Em outras palavras, o pensamento computacional é uma maneira sistemática e eficiente de resolver problemas, produzindo, se necessário – e não obrigatoriamente – uma solução computacional.

REPRODUÇÃO

Ao reconhecer a importância e a necessidade do pensamento computacional, o conceito foi inserido e definido na BNCC como "[...] as capacidades de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento de algoritmos [...]". Mais recentemente, as habilidades do pensamento computacional foram organizadas por iniciativas como a Code.org e a BBC Learning em quatro grandes pilares: abstração, decomposição, reconhecimento de padrões e algoritmo, que são explicados a seguir.

- **Abstração**: o pilar da abstração diz respeito às habilidades necessárias para identificar e selecionar os dados relevantes à resolução de um problema, pois muitas vezes, no mundo real, os problemas trazem muita informação que não será utilizada ou, ainda, não trazem consigo todas as informações necessárias para resolvê-lo.
- **Reconhecimento de padrões**: quando se analisa uma situação-problema, pode-se, eventualmente, encontrar similaridades com um problema já resolvido ou regularidades dentro do próprio problema. Essa percepção permite o reaproveitamento de estratégias ou métodos de resolução, aplicando o conhecimento prévio na situação atual.
- **Decomposição**: quando um problema é demasiadamente complexo, pode-se pensar em como dividi-lo em etapas ou subproblemas de maneira que, resolvendo-se cada etapa ou cada subproblema, resolve-se o inicial.
- **Algoritmo**: um algoritmo pode ser definido como uma sequência finita de passos destinados a realizar uma tarefa ou resolver um problema. Essa sequência precisa ser muito clara e organizada para que uma pessoa possa reproduzi-lo ou, eventualmente, representá-lo em linguagem de programação executável por um computador.

Nesta coleção, o pensamento computacional é contemplado conforme os pilares que o compõem. O desenvolvimento de cada pilar pode ser verificado em diversas atividades. No **Suplemento do Professor**, indicaremos alguns destaques em que o desenvolvimento dos pilares desse raciocínio é mais favorecido. Vale salientar que nem sempre os quatro pilares são utilizados, pois, por exemplo, um problema pode ser simples o suficiente para não precisar ser decomposto ou não será necessária a criação de um algoritmo.

Ao assumir o compromisso de desenvolver o pensamento computacional, é preciso deixar claro que isso exige outra forma de pensar por parte dos professores. Essa nova forma de pensar possibilita aos estudantes proceder à resolução de problemas em decorrência do desenvolvimento da capacidade de descrever e explicar situações que são consideradas complexas.

Planejamento de aula

O planejamento é uma ferramenta que subsidia a prática pedagógica do professor porque permite uma organização metodológica do conteúdo que será trabalhado em sala de aula com os estudantes, assim torna-se uma necessidade para o desenvolvimento das competências e habilidades, uma vez que, no planejamento, são registrados os meios pelos quais ocorrerá o processo de ensino. Entretanto, podemos considerar que o ato de planejar é algo complexo no trabalho do professor por vários motivos; entre eles, as dificuldades decorrentes da ausência de uma formação teórico-metodológica adequada para compreender por que o ato de planejar é fundamental na prática docente. Ainda assim, de acordo com Libâneo (2006, p. 222), a importância do planejamento encontra-se no fato de ser "um processo de racionalização, organização e coordenação da ação docente, articulando a atividade escolar e a problemática do contexto social. A escola, os professores e os estudantes são integrantes da dinâmica das relações sociais; tudo o que acontece no meio escolar está atravessado por influências econômicas, políticas e culturais que caracterizam a sociedade de classes. Isso significa que os elementos do planejamento escolar – objetivos, conteúdos, métodos – estão recheados de implicações sociais [...]. Por essa razão, o planejamento é uma atividade de reflexão acerca das nossas opções [...]".

E o autor acrescenta:

> O planejamento tem assim as seguintes funções:
>
> **a)** Explicar os princípios, diretrizes e procedimentos do trabalho docente que assegurem a articulação entre as tarefas da escola e as exigências do contexto social e do processo de participação democrática.
>
> **b)** Expressar os vínculos entre o posicionamento filosófico, político-pedagógico e profissional e as ações efetivas que o professor vai realizar na sala de aula, através de objetivos, conteúdos, métodos e formas organizativas de ensino.
>
> **c)** Assegurar a racionalização, organização e coordenação do trabalho docente, de modo que a previsão das ações docentes possibilite ao professor a realização de um ensino de qualidade e evite a improvisação e a rotina.
>
> **d)** Prever objetivos, conteúdos e métodos a partir de consideração das exigências postas pela realidade social, do nível de preparo e das condições socioculturais e individuais dos alunos.
>
> **e)** Assegurar a unidade e a coerência do trabalho docente, uma vez que torna possível inter-relacionar, num plano, os elementos que compõem o processo de ensino: os objetivos (para que ensinar), os conteúdos (o que ensinar), os alunos e suas possibilidades (a quem ensinar), os métodos e técnicas (como ensinar) e avaliação que intimamente relacionada aos demais.
>
> **f)** Atualizar os conteúdos do plano sempre que for preciso, aperfeiçoando-o em relação aos progressos feitos no campo dos conhecimentos, adequando-os às condições de aprendizagens dos alunos, aos métodos, técnicas e recursos de ensino que vão sendo incorporados nas experiências do cotidiano.
>
> **g)** Facilitar a preparação das aulas: selecionar o material didático em tempo hábil, saber que tarefas professor e alunos devem executar. Replanejar o trabalho frente a novas situações que aparecem no decorrer das aulas.

Fonte: LIBÂNEO, J. C. *Didática*. São Paulo: Cortez, 2006. (Coleção magistério 2º grau. Série formação do professor).

EM ABERTA

O ato de planejar requer que alguns aspectos estejam claros para o professor, podemos citar como exemplo o fato de o professor conhecer a realidade daquilo que deseja implementar no seu planejamento e que compreenda as necessidades dos estudantes que carecem ser trabalhadas, para que possa realizar intervenções que promovam a superação dessas limitações. A sequência de ensino, objetividade, coerência e flexibilidade tornam os planos efetivos instrumentos para a ação docente.

Com as atuais mudanças propostas pela BNCC, o planejamento é imprescindível para que o ensino esteja alinhado com as competências a serem desenvolvidas nos estudantes ao longo da Educação Básica para sua formação cidadã. No planejamento individual, o professor deve ainda levar em conta as competências específicas da área de conhecimento e as habilidades a serem desenvolvidas. Ao definir o objetivo a ser alcançado na aula em questão, é importante ter flexibilidade para atender a situações imprevistas ou prever possíveis adaptações ou variações para assistir estudantes com maiores dificuldades no processo de aprendizagem. Para auxiliar o professor na elaboração do planejamento, estão indicadas, na obra, as habilidades trabalhadas em cada capítulo.

O planejamento escolar é uma tarefa docente que inclui tanto a previsão das atividades em termos de organização e coordenação em face dos objetivos propostos, quanto a sua revisão e adequação no decorrer do processo de ensino. O planejamento é um meio para programar as ações docentes, mas é também um momento de pesquisa e reflexão intimamente ligado à avaliação. Há três modalidades de planejamento articulados entre si, o plano da escola, o plano de ensino e o plano das aulas, os quais devem dialogar para desenvolver o perfil do estudante previsto no projeto político-pedagógico da escola.

Cronogramas

Ao elaborar seu projeto pedagógico – o plano de ensino que determina as competências, as habilidades e as estratégias que serão desenvolvidas ao longo de um curso –, cada escola e cada professor têm diferentes preferências e se defrontam com diferentes realidades. A inclusão de um livro didático nesse projeto não implica o compromisso de esgotar completamente seu conteúdo nem de seguir rigorosamente sua sequência de assuntos. Esta obra está organizada em volumes que se subdividem em capítulos. Isso não impede, entretanto, que determinados temas sejam abordados mais resumidamente, ou mesmo postergados, para um eventual tratamento em outro momento. Cabe ao professor selecionar o que julga mais relevante para o projeto pedagógico de sua escola.

Pensando em uma maneira de auxiliar no trabalho do professor em sala de aula, apresentamos algumas sugestões de organização do cronograma: bimestralmente, trimestralmente e semestralmente.

Para fins práticos, numeramos genericamente os volumes de 1 a 6, mas a sequência de volumes deve ser escolhida em comum acordo com os professores da área, alinhada com o projeto pedagógico da escola, o currículo de seu estado e as características de seus estudantes. Portanto, a adoção desse encadeamento entre os volumes não é obrigatória, pois cada volume é autocontido.

Organização bimestral

Essa organização considera a formação geral básica nos seis primeiros bimestres do Ensino Fundamental, abrangendo o 1º ano completo e o primeiro semestre do 2º ano. Nela, cada um dos seis volumes da coleção seria trabalhado bimestralmente. A segunda metade do curso seria destinada exclusivamente à realização dos itinerários formativos.

	1º ano	2º ano	3º ano
1º bimestre	Volume 1	Volume 5	Itinerários formativos
2º bimestre	Volume 2	Volume 6	Itinerários formativos
3º bimestre	Volume 3	Itinerários formativos	Itinerários formativos
4º bimestre	Volume 4	Itinerários formativos	Itinerários formativos

Organização trimestral

A organização trimestral considera a formação geral básica no 1º e no 2º anos do Ensino Médio, em seis trimestres. Nela, três volumes da obra seriam trabalhados por ano. O 3º ano completo seria voltado aos itinerários formativos.

	1º ano	2º ano	3º ano
1º trimestre	Volume 1	Volume 4	Itinerários formativos
2º trimestre	Volume 2	Volume 5	Itinerários formativos
3º trimestre	Volume 3	Volume 6	Itinerários formativos

Organização semestral ou anual

A formação geral básica e a realização dos itinerários formativos ocorreriam ao longo dos três anos dedicados ao Ensino Médio, sendo que o conteúdo de cada volume seria trabalhado ao longo de um semestre.

	1º ano	2º ano	3º ano
1º semestre	Volume 1	Volume 3	Volume 5
2º semestre	Volume 2	Volume 4	Volume 6

Essa organização considera que o regime de tempo integral ainda não será uma realidade em todas as instituições de ensino. Assim, a simultaneidade da formação geral básica e dos itinerários formativos poderá acarretar uma redução no tempo disponível para o trabalho de Ciências da Natureza, justificando o uso de um volume ao longo de um semestre.

Avaliação

No processo de avaliação escolar, devem-se considerar o planejamento, a rotina, as estratégias, os registros, as escolhas teóricas e os limites temporais. É importante perceber o retorno das suas ações educativas, levando em conta seus acertos, suas dificuldades e sua relação com os estudantes e com a instituição.

EM MODERNA

Assim, a avaliação assume também um caráter reflexivo, orientado por algumas questões:

- O que avaliar?
- Para que avaliar?
- Como avaliar?
- Que critérios serão adotados para avaliar?
- Quais podem ter sido as principais causas do sucesso ou fracasso das estratégias e dos recursos adotados?
- Como registrar os resultados da avaliação?

Avaliar no contexto educativo pressupõe momentos que possibilitam que os professores se tornem conscientes de seus atos e percebam os efeitos do ensino, proporcionando que reflitam, repensem e replanejem os caminhos, os objetivos almejados e as formas utilizadas para se chegar aonde se deseja.

Os resultados desse processo levarão o professor a tomar decisões em relação à próxima sequência de atividades. A avaliação não deve ser considerada apenas uma forma de medir e valorar os resultados, mas um ponto de partida para novas aprendizagens e para ultrapassar os obstáculos que impedem o êxito. Por isso deve estar centrada tanto no processo quanto no produto.

Quando o professor decide por realizar uma avaliação, é importante deixar claro para os estudantes quais serão os critérios a serem utilizados para valorar as respostas. Além disso, também é importante esclarecer quais objetivos e competências são desejados: quais conhecimentos? Quais atitudes? Quais valores? Mediante os resultados da avaliação, o professor terá condições para analisar os motivos pelos quais os objetivos e as competências não foram atingidos e propor soluções para que as dificuldades possam ser superadas. Para que a avaliação cumpra esse caráter formativo, é imprescindível articulá-la às competências e habilidades pelas quais se orienta o processo de ensino e aprendizagem.

De acordo com Zabala (1998, p. 197), a avaliação nos convida a responder a alguns questionamentos, como: "avaliação serve para medir o grau de conhecimento do discente? Serve para medir o processo de ensino/aprendizagem? Quem se avalia? O que se avalia?". A avaliação escolar é entendida aqui como um dos momentos de construção do conhecimento, sendo realizada de forma processual e pontual: ao longo de um período (no início, como diagnóstico, no meio e no final), em determinados intervalos (a curto, médio e longo prazos) e no decorrer do processo educativo. A avaliação pode ser aplicada em diferentes momentos do ensino:

- **Avaliação inicial** – sua finalidade é conhecer as necessidades dos estudantes e planejar o ensino com base naquilo que eles já sabem, tendo em vista seus conhecimentos prévios. Em boa parte, essa avaliação pode ser feita por meio da participação oral ou escrita dos estudantes às questões que constam nas seções *Para começo de conversa*, no início de cada capítulo.
- **Avaliação ao longo do processo** – permite detectar obstáculos que os estudantes encontram durante o processo e serve para reorientar o trabalho. Além disso, também tem a função de mostrar sobre a eficácia do método de ensino. Avaliação significa reflexão. E partindo do pressuposto de que nos dá informações sobre o processo não pode ser aplicada apenas no final do processo, e sim desde o princípio e ao longo deste. No início ou final das aulas, podem ser feitas pequenas avaliações com base em discussões realizadas, em tarefas de casa, observação de trabalhos realizados em aula, perguntas orais de caráter coletivo, perguntas individuais, comentários de imagens ou diagramas, solução de problemas ou questões da vida cotidiana, entre outras. Tais avaliações também possibilitam uma melhor percepção sobre quais aspectos devem ser retomados no ensino, quais conteúdos e habilidades convém privilegiar e quais assuntos podem ser aprofundados.
- **Avaliação ao final do processo** – permite identificar os conhecimentos adquiridos e determinar a qualidade do processo de ensino. A avaliação global, no final de um processo, previsto para um período de tempo, possibilita avaliar se o todo planejado foi alcançado.

Ao se falar em autoavaliação, podemos nos perguntar em que consiste esse processo e como proceder para efetivá-lo. Ao considerar que a autoavaliação é uma estratégia para que o próprio estudante possa valorar seu rendimento em termos de aprendizagem, a efetivação desse processo requer a participação do professor para que essa valoração seja a mais precisa possível.

Algumas da possibilidades para o professor seria pedir aos estudantes que registrem por escrito seus avanços, questioná-los sobre seus conhecimentos e estimular com isso a percepção de suas dificuldades para que possam planejar maneiras de avançar no conhecimento dos conteúdos necessários, organizar discussões em sala de aula esclarecendo as finalidadades e os critérios importantes para a autoavaliação, realizar avaliações conjuntas até que os estudantes tenham condições de se avaliarem, oportunizar momentos em que eles possam se autoavaliar, construir uma atmosfera que favoreça a autoavaliação e torná-la uma experiência satisfatória.

O exercício da autoavaliação favorece o desenvolvimento da autonomia, pois ao vivenciar esse processo os estudantes podem, progressivamente, tornar-se mais responsáveis pela própria vida, até que fiquem independentes para avaliar sua condição em termos do rendimento escolar e sejam capazes de tomar suas próprias decisões. É fundamental que os estudantes tomem consciência de suas limitações e tenham condições de buscar por maneiras para superá-las, para que cada vez mais desenvolva suas capacidades e competências. O desenvolvimento da capacidade de autorregulação é essencial tanto ao processo de aprendizagem quanto à vida adulta.

Em linhas gerais, a avaliação resulta em indicadores da prática educativa, ou pode ser resultado de indicadores levantados previamente, que consideram o uso de instrumentos que auxiliam na reflexão. O professor pode elencar múltiplas habilidades passíveis de avaliação e verificar se os estudantes estão aptos a:

- identificar os objetos de estudo da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Biologia, Física ou Química) e suas categorias de análise;
- caracterizar os principais conceitos da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Biologia, Física ou Química) a serem desenvolvidos no Ensino Médio;

REPRODUÇÃO PROIBIDA

- estabelecer relações entre os conhecimentos científicos trabalhados no contexto escolar, tomando posição questionadora e crítica e exercendo a cidadania;
- estabelecer relações entre as informações apresentadas e os conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir uma argumentação consistente.

Espera-se que os professores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio auxiliem os estudantes nesse processo de aprender e internalizar uma postura questionadora, crítica e permanentemente aberta às mudanças culturais, científicas e tecnológicas. Em concordância com Franco e Pimenta (2016, p. 543), "acreditamos que o ensino é uma atividade multidimensional em todas as esferas disciplinares. Empregamos esse termo [...], para reafirmar nossa convicção de que o ensino, de qualquer disciplina do saber, requer uma dinâmica de convergência nos atos e nas formas de ensinar. Requer fundamentos pedagógicos essenciais, pois é fenômeno complexo realizado entre os sujeitos professores e estudantes, situados em contextos, imbricado nas condições históricas e mediado por múltiplas determinações".

Esse modo de fazer está presente no Livro do Estudante. Na abertura de cada capítulo, a apresentação temática contempla questões e convida os estudantes a argumentar e a posicionar-se criticamente diante da situação de estudos. Nas propostas *Interligações*, *Comunicando ideias* e em algumas atividades, são estimulados o debate, a síntese, a pesquisa e a articulação dos conhecimentos específicos com sua aplicabilidade.

Tipos de avaliação e avaliações para diferentes perfis

A avaliação se diferencia em função da temporalidade e em função de sua natureza. Em relação à temporalidade, temos três momentos de avaliação: inicial ou diagnóstico, durante o processo e global. No primeiro caso, haverá o diagnóstico em relação aos conhecimentos aprendidos anteriormente, as lacunas e as dificuldades conceituais. Para isso, os instrumentos de coleta dessas informações vão exigir os saberes em relação ao rendimento individual de cada estudante; o diagnóstico em relação às suas atitudes e estratégias para que possamos conhecer as possibilidades dos estudantes para aprender novas informações e sua aplicação. Nesse caso, a sugestão seria o uso de ferramentas (provas, testes ou exercícios) práticos que pudessem indicar, por exemplo, o domínio dos estudantes sobre a forma de processar as informações correlacionado à maneira que aprendem. A avaliação contínua por sua vez coloca os estudantes em um processo valorativo contínuo e progressivo para que o professor acompanhe a aprendizagem, bem como a existência de lacunas e dificuldades que carecem de replanejamento do ensino. O que pode favorecer esse tipo de avaliação é a implementação de estratégias de ensino em que os estudantes se tornam ativos e participativos. Em contrapartida, prejuízos podem ocorrer se as aulas forem expositivas e houver desconhecimento por parte do professor das técnicas de observação. Como forma de exemplificar possíveis formas de avaliar, podemos sugerir que se estimule os estudantes a participar de debates, trabalhos em equipe, entre outras. Por fim, a avaliação global está relacionada ao fato de ponderar se os estudantes, naquele período determinado, alcançaram o rendimento previsto. Considera-se satisfatório aquele que atingiu o mínimo exigido.

Em função da natureza específica, a avaliação pode ser somativa, formativa, personalizada ou referir-se a norma, a critério.

Avaliação referente a norma

A relatividade das medidas no âmbito educacional é clara, tanto se considerarmos que não existe um "zero" absoluto, como a diversidade de regras de medição, para dar alguns exemplos. Por tudo isso, a valoração das pontuações não se realiza em função dos padrões absolutos, mas relativos, mediante a criação de grupos que sirvam de norma para avaliar os integrantes desse grupo. Estes grupos normativos são constituídos pela seleção de sujeitos que representam o grupo total, quer dizer, constituem uma amostra representativa de todo o grupo.

Avaliação referente a critério

Um critério é um padrão de conduta delimitado e preciso, que descreve com clareza o domínio desta conduta por parte do sujeito.

Avaliação somativa

Refere-se a avaliação global de um conteúdo extenso de uma matéria, equivalente a avaliações trimestrais ou finais. Identifica-se, pois, com a avaliação de resultados ou produtos alcançados (conhecimentos, estratégias e valores...).

Avaliação formativa

Identifica-se com a avaliação contínua e dirige-se a avaliar fundamentalmente os processos, através dos quais vai se integrando ao aluno os conteúdos a aprender ao longo de um determinado período de tempo, corrigindo-se as possíveis falhas que podem ocorrer de modo imediato, evitando assim que se produzam lacunas.

Avaliação personalizada

As avaliações "normativa" e "criterial" são insuficientes para avaliar a pessoa em todas as suas dimensões, características e circunstâncias: faz-se necessário uma avaliação personalizada, que considera, sobretudo, a satisfatoriedade e a insatisfatoriedade do rendimento pessoal, e não somente sua suficiência ou insuficiência. Trata-se, pois, de que cada aluno executar de acordo com suas possibilidades. Faz-se, pois, necessário estabelecer o nível que se considera razoável para cada estudante em função de suas capacidades e outras varáveis que influenciam as conquistas, para exigir-lhe em função do mesmo (diagnóstico). Contribui para isso estabelecendo, em cada disciplina, os objetivos competências mínimos ou fundamentais, obrigatórios e outros de caráter optativo ou de aprofundamento, de forma que se exija a cada aluno aquilo que corresponde a suas aptidões reais, como declarado em várias ocasiões.

Fonte: CARRASCO, J. B. *Enseñar hoy*: didáctica básica para professores. Madrid: Editorial Síntesis, 2011.

EDIÇÃO MODERNA

Organização da obra

A coleção é uma obra didática de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, organizada em seis volumes, dedicados ao estudo interdisciplinar dos conteúdos de Biologia, Física e Química dos três anos do Ensino Médio.

Cada um dos volumes é composto de seis capítulos que apresentam de forma interdisciplinar os conteúdos relacionados ao tema principal da obra. Os capítulos desenvolvem temas que estabelecem conexões entre conceitos próprios das Ciências da Natureza e suas Tecnologias e deles com diferentes áreas do conhecimento, inserindo aspectos teóricos e sociais que se interligam pelos temas com o auxílio de seções e atividades cujas abordagens e objetivos são específicos e diferenciados. Assim, a relação entre as diferentes áreas do conhecimento, além das científicas, soma-se à contextualização sociocultural que permite ao estudante de Ensino Médio relacionar os aspectos do conhecimento científico, desenvolver habilidades argumentativas e buscar possíveis soluções (ou compreender as que são sugeridas) para as questões que se colocam pelos saberes e fazeres cotidianos.

Estruturação de cada volume

Ponto de partida

A abertura de cada um dos volumes busca instigar os estudantes e, para isso, aborda temáticas que serão desenvolvidas ao longo do volume.

Para começo de conversa

É a abertura de cada capítulo, sendo composta de imagens e texto que se relacionam com os conhecimentos específicos que serão estudados ao longo do capítulo. Nesta seção, também são apresentadas questões que instigam os estudantes, privilegiando, sempre que possível, os conhecimentos prévios dos estudantes e a formulação de hipóteses.

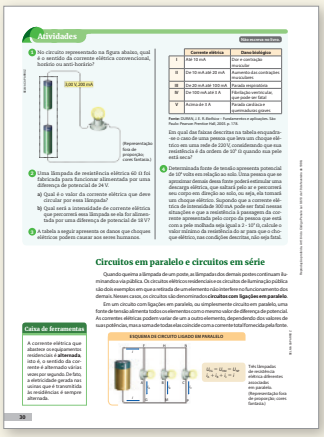
Interligações

Nesta seção, são trabalhados aspectos que relacionam o conteúdo abordado no capítulo e outras áreas do conhecimento e situações do cotidiano.

Em muitos casos, o próprio tema e as questões sugeridas permitem propostas interdisciplinares.

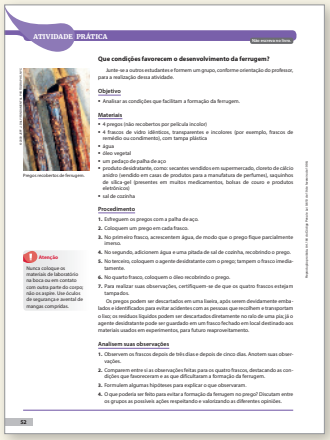
Atividades

Esta seção aparece ao longo do capítulo e traz uma sequência de atividades que podem ser de aplicação direta de conceitos ou questões abertas e dissertativas.



Caixa de ferramentas

Tem o objetivo de dar um suporte ao texto, trazendo explicações de alguns termos menos acessíveis ou conceitos essenciais para a compreensão do conteúdo abordado, fórmulas e recursos gerais.


ATIVIDADE PRÁTICA

Não escreva no livro.

Que condições favorecem o desenvolvimento da ferrugem?

Junte-se a outros estudantes e formem um grupo, conforme orientação do professor, para a realização dessa atividade.

Objetivo
- Analisar as condições que facilitam a formação da ferrugem.

Materiais
- 4 pregos (não recobertos por película incolor)
- 4 frascos de vidro idênticos, transparentes e incolores (por exemplo, frascos de remédio ou condimento), com tampa plástica
- água
- óleo vegetal
- um pedaço de palha de aço
- produto desidratante, como: uncantes vendidos em supermercado, cloreto de cálcio anidro (vendido em casas de produtos para a manufatura de perfumes), saquinhos de sílica-gel (presentes em muitos medicamentos, bolsas de couro e produtos eletrônicos)
- sal de cozinha

Procedimento
1. Enfeguem os pregos com a palha de aço.
2. Coloquem um prego em cada frasco.
3. No primeiro frasco, acrescentem água, de modo que o prego fique parcialmente imerso.
4. No segundo, adicionem água e uma pitada de sal de cozinha, recobrindo o prego.
5. No terceiro, coloquem o agente desidratante com o prego; tampem o frasco imediatamente.
6. No quarto frasco, coloquem o óleo recobrindo o prego.
7. Para realizar suas observações, certifiquem-se de que os quatro frascos estejam tampados.

Os pregos podem ser descartados em uma lixeira, após serem devidamente embalados e identificados para evitar acidentes com as pessoas que recolhem e transportam o lixo; os resíduos líquidos podem ser descartados diretamente no ralo de uma pia; já o agente desidratante pode ser guardado em um frasco fechado em local destinado aos materiais usados em experimentos, para futuro reaproveitamento.

Analisem suas observações
1. Observem os frascos depois de três dias e depois de cinco dias. Anotem suas observações.
2. Comparem entre si as observações feitas para os quatro frascos, destacando as condições que favoreceram e as que dificultaram a formação da ferrugem.
3. Formulem algumas hipóteses para explicar o que observaram.
4. O que poderia ser feito para evitar a formação de ferrugem no prego? Discutam entre os grupos as possíveis ações respeitando e valorizando as diferentes opiniões.

Atenção
Nunca coloque os materiais de laboratório na boca ou em contato com outra parte do corpo; não os aspire. Use óculos de segurança e avental de mangas compridas.

Pregos recobertos de ferrugem.

Atividades práticas

A seção traz propostas de atividades práticas focadas no desenvolvimento de competências e habilidades relacionadas ao levantamento de hipóteses, à interpretação de resultados e ao planejamento de experimentos. Para isso, são apresentados procedimentos e questões que, com a mediação do professor, orientam e problematizam o trabalho.

Atenção

Indica recomendações importantes para os estudantes e professores durante o desenvolvimento de atividades práticas, como o uso de equipamento de proteção individual (EPI) ou recomendações de segurança específicas para aquela prática.

Atenção

A solução de sal de cozinha pode ser descartada no ralo de uma pia; o restante do material pode ser guardado para futuro reaproveitamento.

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

Ainda com relação ao texto anterior sobre tempestades, que tal divulgar sua pesquisa?

1. Dividam-se em grupos e elaborem um roteiro para a produção de um vídeo com cerca de 10 minutos, no formato de uma reportagem. Abordem, nessa reportagem, os pontos mais importantes da pesquisa.
Vocês podem, por exemplo, entrevistar pessoas ou usar um colega para fazer o papel do cientista que vai explicar, sob o ponto de vista da Física, as conclusões do grupo sobre o tema. A filmagem pode ser feita com um telefone celular ou uma câmera digital.

Comunicando ideias

Nesta seção, são propostas atividades que envolvem o desenvolvimento de habilidades relacionadas à comunicação de conteúdos científicos, em suas várias formas, dirigidas a diversos públicos e em vários meios. Atividades desse cunho visam desenvolver habilidades argumentativas utilizando diferentes formas de linguagem e a empatia com o público.

Fique por dentro

Esta seção aparece sempre ao final de cada capítulo e oferece indicações complementares de *sites*, livros, revistas, filmes, *softwares* etc.

Fique por dentro

Internet

Queimadas – Inpe

<http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal>

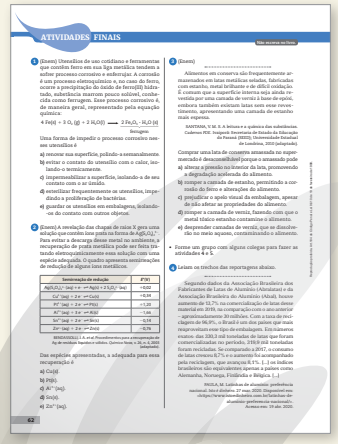
Nesse *site* são apresentadas informações sobre o monitoramento operacional de focos de queimadas e de incêndios florestais detectados por satélites, e o cálculo e a previsão do risco de fogo da vegetação.

CPTEC

<http://meioambiente.cptec.inpe.br/>

O Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) faz parte do Inpe e disponibiliza informações sobre qualidade do ar e regiões em que ocorrem queimadas de matas no Brasil.

Acessos em: 19 maio 2020.


ATIVIDADES FINAIS

Não escreva no livro.

1 (Enem) Utensílios de uso cotidiano e ferramentas que contêm ferro em sua liga metálica tendem a sofrer processo corrosivo e enferrujar. A corrosão do ferro é representada pela formação de $Fe_2O_3 \cdot H_2O$(s) ocorre a precipitação do óxido de ferro(III) hidratado, substância marrom pouco solúvel, conhecida como ferrugem. Esse processo corrosivo é, de maneira geral, representado pela equação química:

$4\,Fe(s) + 3\,O_2(g) + 2\,H_2O(l) \longrightarrow 2\,Fe_2O_3 \cdot H_2O(s)$

ferrugem

Uma forma de impedir o processo corrosivo nesses utensílios é

a) recobrir sua superfície, polindo-a semanalmente.
b) evitar o contato do utensílio com o calor, isolando-o termicamente.
c) impermeabilizar a superfície, isolando-a de seu contato com o ar úmido.
d) esterilizar frequentemente os utensílios, impedindo a proliferação de bactérias.
e) guardar os utensílios em embalagens, isolando-os do contato com outros objetos.

2 (Enem) A revolução das chapas de raios X gera uma solução que contém íons prata na forma de $Ag(S_2O_3)^{3-}$. Para evitar a descarga desse metal no ambiente, a recuperação de prata metálica pode ser feita tratando eletroquimicamente essa solução com uma espécie adequada. O quadro apresenta semirreações de redução de algumas ions metálicos.

Semirreação de redução	$E°(V)$
$Ag(S_2O_3)^{3-}(aq) + e^- \rightleftharpoons Ag(s) + 2\,S_2O_3^{2-}(aq)$	+0,02
$Cu^{2+}(aq) + 2\,e^- \rightleftharpoons Cu(s)$	+0,34
$Pb^{2+}(aq) + 2\,e^- \rightleftharpoons Pb(s)$	−0,13
$Ni^{2+}(aq) + 2\,e^- \rightleftharpoons Ni(s)$	−0,26
$Sn^{2+}(aq) + 2\,e^- \rightleftharpoons Sn(s)$	−0,14
$Zn^{2+}(aq) + 2\,e^- \rightleftharpoons Zn(s)$	−0,76

MENDONÇA, J. A. et al. Procedimentos para a eletrogeração de Ag de resíduos fixadores obsoletos. *Química Nova*, v. 36, n. 2, 2013. (adaptado).

Das espécies apresentadas, a adequada para essa recuperação é

a) $Cu(s)$.
b) $Pb(s)$.
c) $Ni^{2+}(aq)$.
d) $Sn(s)$.
e) $Zn^{2+}(aq)$.

3 (Enem)

Alimentos em conserva são frequentemente armazenados em latas metálicas seladas, fabricadas com estanho, metal brilhante e de difícil oxidação. É comum que a superfície interna seja ainda revestida por uma camada de verniz à base de epóxi, embora também existam latas sem esse revestimento, apresentando uma camada de estanho mais espessa.

SANTANA, V. M. A beleza e a química das indelésveis. *Cadernos PDE*. Instituto Paranaense de Educação. Disponível em: www.diaadiaeducacao.pr.gov.br. Acesso em: 2 out. 2013 (adaptado).

Comprar uma lata de conserva amassada no supermercado é desaconselhável porque o amassado pode

a) alterar a pressão no interior da lata, promovendo a degradação acelerada do alimento.
b) romper a camada de estanho, permitindo a corrosão do ferro e alterações do alimento.
c) prejudicar o apelo visual da embalagem, apesar de não alterar as propriedades do alimento.
d) romper a camada de verniz, fazendo com que o metal tóxico estanho contamine o alimento.
e) desprender camadas de verniz, que se dissolve rão no meio aquoso, contaminando o alimento.

- Forme um grupo com alguns colegas para fazer as atividades **4** e **5**.

4 Leiam os trechos das reportagens abaixo.

Segundo dados da Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alumínio (Abralatas) e da Associação Brasileira do Alumínio (Abal), houve aumento de 12,7% na comercialização de latas desse material em 2018, na comparação com o ano anterior – aproximadamente 30 milhões. Com a taxa de reciclagem de 96,4%, o Brasil é um dos países que mais reaproveitam esse tipo de embalagem. Em números exatos: das 339,3 mil toneladas de latas que foram comercializadas no período, 318,9 mil toneladas foram recicladas. Se comparado a 2017, o consumo de latas cresceu 8,7% e o aumento foi acompanhado pela reciclagem, que avançou 8,1%. [...] o índice brasileiro só é equivalente apenas a países como Alemanha, Noruega, Finlândia e Bélgica. [...]

PAIVA, M. Latinhas de alumínio: preferência nacional. *Meio & Mensagem*. 27 maio 2019. Disponível em: https://www.meioemensagem.com.br/home/comportamento/2019/05/27/latinhas-de-aluminio-preferencia-nacional.html. Acesso em: 19 abr. 2020.

Atividades finais

Esta seção aparece apenas uma vez, ao final de cada capítulo, trazendo um conjunto de atividades e problemas sobre os principais temas abordados no capítulo, com atividades de aplicação dos conceitos ou sua mobilização em novas situações, dando continuidade às atividades presentes ao longo do tópico. Também podem representar oportunidade de revisão e recuperação de conteúdos. Há atividades que exigem a busca e a interpretação de dados em texto, artigo, tabela, ilustração, entre outros portadores. Também há questões que exigem que os estudantes se posicionem em relação a uma situação controversa ou que admitem diversidade de interpretações. Apresenta também questões do Enem e de vestibulares.

Próximos passos

Neste capítulo, você teve a oportunidade de aprofundar seus conhecimentos sobre qualidade do ar e da água, bem como seus poluentes. No próximo capítulo, você estudará algumas iniciativas para minimizar os impactos causados pela ação humana.

Antes de iniciar o próximo capítulo, sob orientação do professor, você e seus colegas devem pesquisar em livros e *sites* da internet para se aprofundar em um tema relativo à água. Abaixo estão algumas sugestões para ajudá-lo nessa escolha:

- Alternativas de reaproveitamento de água.
- As questões de coleta e tratamento de esgoto na região em que vivem.

Próximos passos

Esta seção faz o fechamento do capítulo e estabelece uma conexão entre o tópico abordado e o seguinte, com a intenção de conectar os conhecimentos.

PONTO FINAL

Neste volume, você pôde aprender sobre muitos conhecimentos das Ciências da Natureza que alicerçaram o percurso da humanidade até as inúmeras conquistas tecnológicas contemporâneas, muitas das quais são indissociáveis da vida dos jovens deste século.

Nesse percurso, foram estudados conceitos de eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo – campo da Física relacionado aos outros dois – bem como os processos químicos que nos permitem obter energia elétrica em pilhas e baterias e vice-versa. Se, por um lado, todos os processos de geração de energia elétrica podem facilitar o acesso a melhores condições de vida e a novas alternativas de comunicação via smartphones e notebooks, por exemplo, por outro, também têm nos colocado um olho atento à qualidade do ar e da água e à questão do descarte adequado de resíduos. Todos esses aspectos têm repercussão nos ecossistemas e biomas, que abrigam inúmeras formas de vida, incluindo a nossa e, portanto, a de nossos descendentes.

No capítulo final deste volume, foi abordada uma questão que assumiu grande importância nas últimas décadas: a da **sustentabilidade**. Retomando as ideias centrais que norteiam esse conceito, vale destacar que as necessidades humanas atuais devem ser examinadas de modo a explorar da melhor forma possível o potencial dos recursos naturais, sem perder de vista o futuro, isto é, garantindo a biodiversidade e a preservação de ecossistemas. Simplificando, sustentabilidade significa conseguir o melhor tanto para as pessoas quanto para o ambiente, no presente e em um futuro distante. Desse modo, qualquer projeto sustentável, inclusive para obtenção de energia, deve ser:

- economicamente viável;
- ecologicamente correto;
- culturalmente aceito;
- socialmente justo.

Em setembro de 2015, líderes e representantes de governos e estados reunidos na sede da Organização das Nações Unidas (ONU), em Nova York (Estados Unidos), acordaram a criação da Agenda 2030, que contempla um conjunto de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), indicados abaixo, e metas globais para serem alcançados até o ano de 2030.

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Atender integralmente a todos esses objetivos não é simples, mas é um propósito que devemos perseguir. O que temos feito e o que ainda podemos fazer para alcançar essas metas? Vamos pensar sobre o assunto e propor soluções.

152

Ponto final

Esta seção recupera o tema da seção *Ponto de partida* e realiza um fechamento, que pode ser uma sequência de atividades, um projeto, uma proposta de ampliação.

MODELO

Bibliografia

AUBERT, A. *et al. Aprendizaje dialógico en la sociedad de la información*. Barcelona: Hipatia, 2008.

O livro traz uma oportunidade de renovar as bases teóricas educacionais com práticas e pressupostos para a aprendizagem dialógica.

BLIKSTEIN, P. *O pensamento computacional e a reinvenção do computador na educação*. 2008. Disponível em: <http://www.blikstein.com/paulo/documents/online/ol_pensamento_computacional.html>. Acesso em: 3 jun. 2020.

O artigo diferencia o que é o pensamento computacional do que não é e explica a importância dessa habilidade para os cidadãos do século XXI.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC/SEB, 2018.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento homologado pelo Ministério da Educação que determina as competências (gerais e específicas), as habilidades e as aprendizagens essenciais que todos os estudantes devem desenvolver durante cada etapa da educação básica.

BRASIL. Ministério da Educação. *Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica*: diversidade e inclusão. Brasília: MEC/Secadi, 2013.

O documento reúne as novas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica resultantes de debates que procuram prover os sistemas educativos em seus vários níveis (municipal, estadual e federal) de instrumento para que crianças, adolescentes, jovens e adultos que ainda não tiveram oportunidade possam se desenvolver plenamente, respeitando suas diferentes condições sociais, culturais, emocionais, físicas e étnicas.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *PCN+ Ensino Médio*: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEB, 2002.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais é uma coleção de documentos que apresentam diretrizes elaboradas para orientar os educadores por meio da normatização de alguns fundamentos concernentes a cada disciplina.

BRASIL. Ministério da Educação. *Temas Contemporâneos Transversais na BNCC*. Brasília: MEC/SEB, 2019.

Documento que apresenta os Temas Contemporâneos Transversais, sua contextualização, como estão inseridos na BNCC e os pressupostos pedagógicos de sua abordagem.

BRASIL. Ministério da Educação. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Brasília, 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm>. Acesso em: 25 maio 2020.

Texto na íntegra da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e as bases da educação nacional.

BRASIL. Ministério da Educação. Portaria nº 971, de 9 de outubro de 2009. Programa *Ensino Médio Inovador*. Brasília: MEC/SEB. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=13439:ensino-medio-inovador>. Acesso em: 25 maio 2020.

O documento apresenta o programa Ensino Médio Inovador que foi instituído pela Portaria nº 971, de 9 de outubro de 2009, no contexto da implementação das ações voltadas ao Plano de Desenvolvimento da Educação – PDE. A edição atual do Programa está alinhada às diretrizes e metas do Plano Nacional de Educação 2014-2024 e à reforma do Ensino Médio proposta pela Medida Provisória 746/2016, bem como é regulamentada pela Resolução FNDE nº 4, de 25 de outubro de 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. Lei nº 13.005, de 26 de junho de 2014. Plano Nacional de Educação. Brasília: MEC/SEB. Disponível em: <http://pne.mec.gov.br/>. Acesso em: 25 maio 2020.

O Plano Nacional de Educação (PNE) determina diretrizes, metas e estratégias para a política educacional no período de 2014 a 2024. No *site* podem ser encontrados *links* para o texto do PNE, assim como orientações para a elaboração ou adequação dos planos subnacionais, para o monitoramento e avaliação dos planos e a situação das metas dos planos.

BRASIL. Ministério da Educação. Medida Provisória nº 746, de 22 de setembro de 2016. Política de Fomento à Implementação de Ensino Médio em Tempo Integral. Brasília: MEC/SEB. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=48601-mp-746-ensino-medio-link-pdf&category_slug=setembro-2016-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 25 maio 2020.

Reprodução da página do *Diário Oficial da União* apresentando no texto a íntegra da Medida Provisória nº 746, de 22 de setembro de 2016, instituindo a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral.

BRASIL. Ministério da Educação. Lei nº 13.415 de 16 de fevereiro de 2017. Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Brasília: MEC/SEB. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm>. Acesso em: 25 maio 2020.

Texto na íntegra da Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017, que altera leis anteriores e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral.

BRAZ, N. M. *Práticas dialógicas no processo de ensino e aprendizagem*: limites e possibilidades apresentadas por educadores (as) de Química na Educação de Pessoas Jovens e Adultas. 2016. 245f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2016.

Dissertação de mestrado que investiga quais são os limites e as possibilidades para a implementação de práticas dialógicas no processo de ensino e aprendizagem de Química na educação de jovens e adultos.

CARVALHO, A. D. de. Problematização e dilematização enquanto referenciais metodológicos da formação de educadores. Revista *Saber & Educar*, n. 16, 2011. Disponível em: <http://revista.esepf.pt/index.php/sabereducar/article/view/16>. Acesso em: 13 abr. 2021.

Artigo que explicita um conjunto de pressupostos comportamentais e de conceitos operacionais inerentes ao desenvolvimento de processos de problematização/dilematização.

CASTELLS, M. *A sociedade em rede*. 17. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2016.

O livro busca esclarecer a dinâmica econômica e social da nova era da informação com base em pesquisas feitas nos Estados Unidos, Ásia, América Latina e Europa. O autor examina os processos de globalização que marginalizavam e agora ameaçam tornar insignificantes países e povos excluídos das redes de informação.

EM OBRA

FAZENDA, I. C. A. *Interdisciplinaridade*: história, teoria e pesquisa. São Paulo: Papirus, 2010.

O livro traz vários textos produzidos pela autora entre 1975 e 1994, apresentados em congressos, conferências e/ou publicados em revistas sobre o tema interdisciplinaridade e a discussão sobre a necessidade da superação da dicotomia ciência/existência.

FAZENDA, I. C. A. (org.). *Didática e interdisciplinaridade*. Campinas: Papirus, 1998.

O livro reúne textos sobre as novas tendências em interdisciplinaridade. O objetivo da coletânea foi enfrentar um dos mais recentes paradoxos que a educação contempla: a longevidade das questões da didática e o ineditismo das proposições da interdisciplinaridade.

FRANCISCO JÚNIOR, W. E. Uma abordagem problematizadora para o ensino de interações intermoleculares e conceitos afins. *Química Nova na Escola*, n. 29, p. 20-23, 2008.

O artigo apresenta e discute uma abordagem calcada na problematização para o estudo das interações intermoleculares e alguns conceitos relacionados. Os resultados mostraram uma importante evolução conceitual, além da possibilidade da experimentação em despertar a curiosidade epistemológica dos estudantes.

FRANCO, M. A. S.; PIMENTA, S. G. Didática multidimensional: por uma sistematização conceitual. *Educação e Sociedade*, v. 37, n. 135, p. 539-553, 2016.

O texto discute possíveis articulações entre os princípios pedagógicos da Didática e das Didáticas Específicas, com o objetivo de configurar o estatuto de uma Didática Multidimensional.

LIBÂNEO, J. C. *Didática*. São Paulo: Cortez, 2006.

O livro apresenta um estudo sistemático da didática como teoria do processo de ensino, unindo a preparação teórica e prática na formação do professor.

LUCKESI, C. C. Verificação ou avaliação: o que pratica a escola? *Série Ideias*, São Paulo, FDE, n. 8, p. 71-80, 1998. Disponível em: <http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias_08_p071-080_c.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2020.

O artigo aborda a prática da aferição do aproveitamento escolar, tendo como matriz de abordagem os conceitos de verificação e avaliação, na perspectiva de, ao final, retirar proveitos para a prática docente.

MACHADO, N. J. *Educação*: competência e qualidade. São Paulo: Escrituras, 2009.

Os cinco ensaios que compõem o livro refletem sobre os temas competência e qualidade na educação, buscando elementos conceituais para fundamentar pontos de vista sobre tais questões. Os textos aqui reunidos foram apresentados, de modo independente, nos Seminários de Estudos em Epistemologia e Didática (SEED), realizados desde 1997, da Faculdade de Educação da USP.

MORI, L.; CUNHA, M. N. Problematização: possibilidades para o Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 42, n. 2, p. 176-185, maio 2020. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc42_2/10-EQF-41-19.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2020.

O artigo sintetiza propostas metodológicas que indiquem maneiras diferentes de problematizar temas, conceitos e assuntos.

OLIVEIRA, C. C. G. F. *et al*. Análise dos temas e termos-chave da área de CTS no ensino de ciências a partir das teses e dissertações brasileiras. Revista *Indagatio Didactica*, v. 11, n. 2, p. 197-209, 2019.

O trabalho procura entender as relações entre os termos-chave utilizados nas 79 teses de doutorado e 415 dissertações de mestrado publicadas no Brasil de 1992 até 2017. Como resultado, foi possível verificar que temas como ensino de Ciências, de Física e de Química são bastante abordados nesses trabalhos, assim como há uma preocupação de discussões sobre CTS no que tange à formação docente e discente.

ORANGE, C. Problematização e conceptualização em Ciências e nas aprendizagens científicas. Revista *Saber & Educar*, n.16, 2011. Disponível em: <http://revista.esepf.pt/index.php/sabereducar/article/view/20>. Acesso em: 13 abr. 2021.

O artigo tenta explicitar, com base em Bachelard, Canguilhem e Popper, o que é a problematização científica, ao estudar as relações entre problematização e conceitualização em Ciências e nas aprendizagens científicas. Para isso, descreve algumas etapas de investigações conduzidas há vários anos sobre estas questões no CREN (Universidade de Nantes).

PERRENOUD, P. La formation des enseignants pour l'interdisciplinarité: une synthèse des recherches effectuées au Brésil. *Revue des Sciences de l'Éducation*, v. 24, n. 1, 1998.

O texto oferece uma releitura de dois projetos de pesquisa no Brasil a partir de uma retrospectiva histórica e crítica das questões relacionadas à formação interdisciplinar de professores. No artigo, a interdisciplinaridade está fortemente associada a uma atitude em relação à pesquisa e à adaptação de práticas alternativas de ensino.

PERRENOUD, P. *Dez novas competências para ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 2000.

O livro privilegia as práticas inovadoras e, portanto, as competências emergentes, e propõe então um inventário das competências necessárias para delinear a prática docente.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. *Estágio e docência*. São Paulo: Cortez, 2004.

Discute a formação de professores e pedagogos a partir da relação entre a teoria e a prática.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 13, n. 1, p. 71-84, jan. 2007.

O artigo ressalta a importância do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) diante dos questionamentos críticos e reflexivos acerca do contexto científico-tecnológico e social e, em especial, sua relevância para o Ensino Médio.

QUEIROZ, T. D. (org.). *Dicionário prático de pedagogia*. São Paulo: Rideel, 2015.

O livro apresenta, de maneira simples, temas que atuais para auxiliar os educadores na orientação das práticas pedagógicas nos diversos níveis de ensino e aprendizado.

RAVITCH, D. *Vida e morte do grande sistema escolar americano*: como os testes padronizados e o modelo de mercado ameaçam a educação. Tradução: Marcelo Duarte. Porto Alegre: Sulina, 2011.

MODERNA

O livro apresenta uma mudança radical de perspectiva. Demonstra por que o modelo empresarial não é uma forma apropriada de melhorar as escolas e evidencia que a educação de hoje está em perigo, usando exemplos de grandes cidades como Nova York, Philadelphia, Chicago, Denver, San Diego e Ravitch.

RICARDO, E. C. Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar. *Ciência & Ensino*, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 1-12, nov. 2007.

O artigo discute a necessidade de considerar as tecnologias como referências dos saberes escolares não só para o estudo das máquinas ou equipamentos, mas também para compreender o mundo artificial e sua relação com o mundo natural.

SACRISTÁN, J. C.; PÉREZ GÓMEZ, A. I. *Compreender e transformar o ensino*. 4. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

O livro analisa os problemas e as práticas para dar sentido à realidade do ensino a fim de que os professores não transformem a prática pedagógica em uma reprodução sem compreender o que se faz.

SANTOS, W. L. P.; AULER, D. *CTS e educação científica*: desafios, tendências e resultados de pesquisa. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

O livro apresenta reflexões, aponta desafios e possibilidades para o trabalho em sala de aula e contribuições para a pesquisa, no campo CTS, com dados empíricos em diversas linhas de investigação.

SANTOS, W. P. L.; SCHNETZLER, R. P. *Educação em Química*: compromisso com a cidadania. Ijuí: Unijuí, 2000.

O livro apresenta uma nova leitura sobre o movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) no ensino de Ciências e aborda princípios para a formação da cidadania que podem ser interessantes para todos os que trabalham no ensino de Ciências.

SCHIABEL, D.; SILVA, C. Currículo e desenvolvimento profissional docente. *Revista de Estudos Curriculares*, n. 10, v. 1, 2019.

O artigo apresenta a articulação entre o currículo e o desenvolvimento profissional dos docentes.

SCHMITT, C. da S.; DOMINGUES, M. J. C. de S. Estilos de aprendizagem: um estudo comparativo. *Avaliação* [*on-line*]. Campinas, v. 21, n. 2 [citado 2020-06-02], p. 361-386, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-40772016000200361&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 6 jul. 2020.

O artigo analisa e compara cinco instrumentos utilizados na prática de ensino em sala de aula e apresenta aspectos similares e distintos, para que cada um seja direcionado à temática de aprendizado de cada tipo de pessoa.

SILVA, E. L. da. *Contextualização no ensino de Química*: ideias e proposições de um grupo de professores. 2007. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

A dissertação de mestrado investiga as ideias e as proposições de um grupo de professores a respeito da contextualização no ensino de Química, especificamente as práticas de ensino nas quais os conteúdos são socialmente contextualizados. O texto discute como essas ideias refletem essa temática diante dos novos conhecimentos e como tais reflexões se manifestam nos materiais instrucionais.

SOLINO, A. P.; SASSERON, L. H. A significação do problema didático a partir de potenciais problemas significadores. *Ciência e Educação*, v. 25 n. 3, p. 569-587, 2019.

O artigo analisa a significação de um problema didático em atividade baseada no Ensino por Investigação. Argumenta a favor de que os elementos significadores podem servir de ferramenta pedagógica e analítica para orientar e avaliar o processo de significação em aulas investigativas, pelo surgimento de novos problemas.

SUART, R. de C.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. Atividades experimentais investigativas: utilizando a energia envolvida nas reações químicas para o desenvolvimento de habilidades cognitivas. *In:* ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. *Anais* [...] Disponível em: <http://www.fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/220.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2020.

O artigo investiga as habilidades cognitivas manifestadas por estudantes do Ensino Médio de Química em uma atividade experimental investigativa sobre a energia envolvida nas transformações químicas. Também observa que a conduta da professora interfere na resposta do estudante, evidenciando a necessidade de permitir mais momentos de diálogo e reflexão para os alunos.

TARDIF, M. *Saberes docentes e formação profissional*. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 2004.

O livro discute os saberes que servem de base aos professores para realizarem seu trabalho em sala de aula. Apresenta uma crítica aos enfoques anglo-americanos que reduzem o saber dos professores a processos psicológicos e também certas visões europeias tecnicistas que alimentam as abordagens por competência. Também se posiciona de forma crítica em relação às concepções sociológicas tradicionais que associam os professores a agentes de reprodução das estruturas sociais dominantes.

VALENTE, J. A.; PRADO, M. E. B. Brito; ALMEIDA, M. E. B. *Educação a distância via Internet*. São Paulo: Avercamp, 2003.

O livro aborda os desafios da educação à distância e do uso das tecnologias de informação e comunicação, inclusive para a formação de professores.

WING, J. M. Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A.* 366, 3.717-3.725. Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsta.2008.0118>. Acesso em: 3 jun. 2020.

O artigo, em inglês, apresenta a conceituação de computação e pensamento computacional que representa um novo desafio educacional para nossa sociedade.

WING, J. M. Viewpoint: Computational thinking. *Communications of the ACM*, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006.

O artigo, em inglês, discute que o pensamento computacional representa uma atitude e um conjunto de habilidades universalmente aplicáveis, ressaltando que não apenas cientistas da computação estariam capacitados para aprender e usar.

ZABALA, A. *A prática educativa*: como ensinar. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998.

O livro propõe pautas e orientações sobre como melhorar a ação educativa. As decisões sobre essas e outras questões relacionadas ao ensino deverão ser justificadas pela função social do ensino e pela concepção dos processos de aprendizagem.

EM MODERNIA

Ponto de partida

Neste volume, enfocaremos a produção da energia elétrica e suas implicações ambientais, bem como outras questões atuais, bastante relevantes, também ligadas ao ambiente e sua preservação.

Ao iniciar a seção, sugerimos que o texto introdutório seja lido em voz alta por um estudante, garantindo que ele seja compreendido por todos.

As imagens e o texto dessa seção devem servir de pretexto para que, por meio de diálogo com a classe, sejam exploradas questões que motivem os estudantes para o trabalho com esse tema e possibilitem que o professor avalie os conhecimentos prévios do grupo, como:

- Entre as imagens de usinas geradoras de energia, diga qual(is) você associa a baixos danos ambientais.
  Resposta: É possível que, em razão de conhecimentos consolidados anteriormente, eles respondam que são todas, menos aquela da qual sai uma fumaça escura.
- Qual(is) dela(s) você nunca viu ser associada(s) ao Brasil?
  Resposta: A termoelétrica a carvão é a resposta provável. Vale destacar que esse tipo de geradora de energia é bastante comum na Europa e, embora fosse raríssima no Brasil há cerca de uma década, vem ganhando espaço em nossa matriz energética. Quanto às duas outras, é possível que eles conheçam, mesmo que não pessoalmente; por exemplo, as usinas eólicas já que elas vêm ganhando espaço substantivo na matriz energética brasileira. Já as fotovoltaicas são bem menos comuns, embora existam no país, conforme a imagem.
- Quais são os principais danos ambientais causados no processo de obtenção de energia elétrica nas grandes plantas? E no caso de pilhas e baterias?
  Resposta: Entre as inúmeras respostas possíveis, vale destacar a destruição e/ou o comprometimento de biomas (especialmente, no caso das hidrelétricas), o agravamento do efeito estufa e a produção de resíduos tóxicos.

Capítulo 1

Eletricidade: de onde vem e para onde vai?

Professor indicado

Recomenda-se que esse capítulo seja trabalhado pelo professor de Física.

BNCC – competências e habilidades trabalhadas

Estão indicadas a seguir, a partir da BNCC, competências gerais, competências específicas e habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias cujo desenvolvimento é favorecido no capítulo. Para isso, são apontados os momentos em que seu trabalho pode ser propício.

Competência geral	Justificativa	Página
1	Na seção **Interligações (A experiência de Millikan e a carga do elétron)** aborda-se um experimento, permitindo que os estudantes reconheçam a relevância histórica de pesquisas feitas por trabalhos sobre as cargas elétricas elementares.	19
2	As seções **Interligações (A experiência de Millikan e a carga do elétron, gaiola de Faraday)** e a **Atividade prática – Pilha feita de limão** tratam dos temas cargas elétricas elementares, descargas elétricas, diferença de potencial e corrente elétrica por meio de uma abordagem experimental. Analisando e refletindo sobre a experimentação científica ou realizando um experimento, essas seções possibilitam aos estudantes exercitar a curiosidade intelectual e estudar os temas propostos à luz do método científico.	19, 20 e 23

Continua

MODERNA

Continuação

5	Indica-se na seção **Fique por dentro** a utilização de simulador *on-line* que atua como um laboratório virtual e permite a construção de circuitos simples, mostrando o funcionamento de componentes eletrônicos e o comportamento dos elétrons. Com isso, os estudantes podem exercitar o uso de uma tecnologia digital como ferramenta importante na investigação da fenomenologia apresentada no capítulo.	35
7	Na seção **Interligações – Será verdade mesmo que um raio não cai duas vezes no mesmo lugar?**, aborda-se o fenômeno dos raios, fornecendo aos estudantes ferramentas para interpretar e compreender a natureza.	29

Competência específica	Habilidade	Justificativa	Página
1	EM13CNT101	As seções **Interligações (Aparelhos que funcionam em 110 V, 220 V ou bivolt? Qual tipo consome mais energia elétrica?** e **A rede elétrica residencial – fases e disjuntores)** abordam aspectos do funcionamento de uma instalação elétrica residencial, proporcionando aos estudantes ferramentas para realizar previsões e avaliações e compreender processos produtivos em situações cotidianas.	27 e 34
2	EM13CNT205	A **Atividade prática – Pilha feita de limão** propõe a realização de uma atividade experimental, permitindo que os estudantes explorem fenômenos naturais úteis para aplicações reais.	23
3	EM13CNT302	A **Atividade prática – Pilha feita de limão** bem como a seção **Comunicando ideias** e **Interligações – Será verdade mesmo que um raio não cai duas vezes no mesmo lugar?** motivam o debate sobre temas científicos e tecnológicos, além de possibilitar que os estudantes socializem os resultados de atividades de experimentação com implicações cotidianas.	23 e 29
	EM13CNT306	As seções **Interligações – Gaiola de Faraday** e **Será verdade mesmo que um raio não cai duas vezes no mesmo lugar?** possibilitam aos estudantes avaliar os riscos associados a descargas elétricas, contextualizando essa análise por meio dos raios.	20, 21 e 29
	EM13CNT308	No item **O que é a corrente elétrica?** e nas seções **Interligações** o estudo da eletricidade é contextualizado utilizando-se equipamentos elétricos e eletrônicos incluídos na vivência diária dos estudantes, para possibilitar a avaliação e a compreensão do funcionamento desses equipamentos.	16, 27, 32 e 34

Conhecimentos prévios para o melhor aproveitamento do conteúdo

Neste capítulo são recapituladas ou revisitadas diversas habilidades dos anos finais do Ensino Fundamental. Destacam-se as habilidades de Ciências da Natureza:

- (EF07CI01) Discutir a aplicação, ao longo da história, das máquinas simples e propor soluções e invenções para a realização de tarefas mecânicas cotidianas.
- (EF07CI11) Analisar historicamente o uso da tecnologia, incluindo a digital, nas diferentes dimensões da vida humana, considerando indicadores ambientais e de qualidade de vida.
- (EF08CI02) Construir circuitos elétricos com pilha/bateria, fios e lâmpada ou outros dispositivos e compará-los a circuitos elétricos residenciais.

O conhecimento dos prefixos do Sistema Internacional de Unidades (SI) é uma ferramenta útil para auxiliar a representação das grandezas físicas tratadas neste capítulo. Nesse sentido, será conveniente apresentar aos estudantes a notação dos principais múltiplos e submúltiplos das unidades de medida das grandezas que serão exploradas no capítulo, como o mili e o micro.

Objetivos do capítulo

Ao final deste capítulo, o estudante deverá ser capaz de:

- Reconhecer a eletricidade como um fenômeno presente na natureza e em diversas aplicações tecnológicas e científicas.
- Refletir sobre como a eletricidade e suas aplicações tecnológicas revolucionaram a vida em sociedade, alteraram as relações de produção e comprometeram o meio ambiente.
- Descrever e analisar fenômenos elétricos utilizando os conceitos apropriados.
- Identificar e utilizar as unidades adequadas para representar as grandezas físicas utilizadas na descrição de fenômenos elétricos, tais como coulomb, ampère, volt, watt e ohm.

- Reconhecer a diferença entre corrente contínua e corrente alternada e seus usos diversos.
- Projetar e analisar circuitos elétricos simples com ligações em série e em paralelo.
- Avaliar e expressar o risco decorrente da queda de raios e de curtos-circuitos.
- Utilizar notação científica e empregar unidades usadas para expressar medidas muito grandes e muito pequenas para descrever, analisar e explicar fenômenos elétricos.
- Resolver situações-problema envolvendo eletricidade em situações cotidianas.

Os objetivos listados possibilitam aos estudantes investigar, analisar e discutir estratégias para explicar e descrever fenômenos naturais e tecnológicos envolvendo eletricidade. Esses objetivos possibilitam que os estudantes desenvolvam atividades de pesquisa e experimentação, por meio das quais conheçam, compreendam e avaliem o desempenho de equipamentos e dispositivos eletroeletrônicos. Além disso, proporcionam ferramentas para que resolvam, utilizando uma perspectiva científica, situações-problema envolvendo transformações e conservações no contexto de vivências e conhecimentos cotidianos.

Sugestões metodológicas

Para começo de conversa (p. 14)

Inicie o capítulo dizendo aos estudantes que estudarão fenômenos naturais e aplicações tecnológicas que envolvem eletricidade. Inicie a aproximação ao tema utilizando as imagens de abertura e o texto da seção. Comece apresentando a eletricidade presente na natureza. Utilize como exemplos iniciais os peixes elétricos e as sinapses nervosas. Pergunte aos estudantes se eles conhecem outros exemplos de manifestações da eletricidade na natureza. A ocorrência de raios é uma resposta esperada a essa pergunta.

Contextualize historicamente as primeiras aplicações da eletricidade como a conhecemos hoje por meio do trabalho de Thomas Alva Edison (1846-1931) no final do século XIX. Destaque a importância da eletricidade para a vida como a conhecemos e peça aos estudantes que forneçam exemplos dessa importância, listando, por exemplo, equipamentos elétricos que fazem parte do seu cotidiano.

Realize uma roda de conversa em que os estudantes reflitam sobre como seria a rotina das pessoas de sua família caso vivessem em um tempo no qual a eletricidade não fosse tão comum como hoje. Peça aos estudantes que produzam desenhos, gráficos, diagramas e o que mais considerarem necessário para representar o resultado de sua reflexão sobre o tema. Após essa etapa de produção, realize uma pequena exposição das composições produzidas, por exemplo, afixando o material na sala de aula, e permita que os estudantes comparem e comentem seus trabalhos, levantando similaridades e diferenças que considerem importantes.

O que é a corrente elétrica? (p. 16)

Revise com os estudantes a diferença entre força de contato e força de campo, relacionando um corpo eletrizado à existência de um campo elétrico. Use o gerador de Van de Graaff para ilustrar o conceito. Utilize a seção **Caixa de ferramentas** (p. 17) para reforçar o que é eletrização.

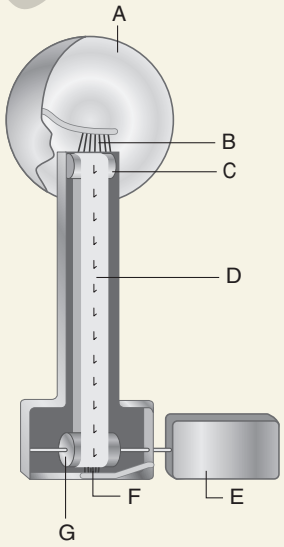
Introduza o conceito de corrente elétrica, diferenciando entre corrente real e convencional. Utilize a seção **Caixa de Ferramentas** (p. 18) para revisar notação científica.

Comunicando ideias (p. 17)

Complemente o conteúdo explicando que o gerador de Van de Graaff foi projetado e desenvolvido pelo engenheiro estadunidense Robert Jemison van de Graaff (1901-1967) para ser utilizado em pesquisas de Física atômica e nuclear com o objetivo de produzir tensões muito elevadas.

O gerador de Van de Graaff é, de fato, excelente material auxiliar para demonstrações de fenômenos relativos à eletricidade estática. O contato dos estudantes com o gerador pode ser no laboratório da escola – condição preferível –, em feiras ou museus de ciências, ou virtual, por meio de vídeos disponíveis na rede. De qualquer maneira, é importante que você discuta com eles, em detalhes, os princípios de funcionamento do gerador.

Uma correia de material isolante, como as borrachas cirúrgicas utilizadas na fabricação de luvas, gira sobre dois eixos, um inferior e outro superior. Esses eixos cilíndricos são constituídos de material diferente do material da correia, de maneira que o atrito entre eles provoca eletrização da correia. Nos eixos inferior e superior, a correia passa bem próxima de uma escova de material condutor. Há transferência de elétrons entre o material condutor das escovas e a correia, de modo que o gerador se torna eletrizado.



LUIZ RUBIO

A. Terminal de saída – uma esfera de metal ou de alumínio
B. Escova superior
C. Cilindro superior
D. Correia
E. Motor
F. Escova inferior
G. Cilindro inferior

Em vários endereços da internet podem ser obtidas informações mais detalhadas sobre o funcionamento do gerador e até instruções de como construir um para o laboratório de Física da escola.

REPRODUÇÃO

Os fenômenos elétricos são reais e estão presentes no cotidiano dos estudantes. Todavia, a reprodução de situações semelhantes em laboratório, via de regra, não é simples. Para nós, professores, isso é um problema, na medida em que pode estimular a conduta, não recomendada, do abandono de demonstrações experimentais e o reforço à aplicação de fórmulas matemáticas. Nesse sentido, convém resgatar experiências cotidianas que eles tenham vivido, comentando-as e justificando-as à luz dos conceitos da Física, ou então estimular a reflexão sobre situações de pensamento que envolvam os conteúdos pertinentes ao momento. Para esse fim, vídeos selecionados da internet costumam ajudar, como é o caso do que está disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=M4rT_SkhTy8> (acesso em: 22 jul. 2020). Nele uma bolinha de metal amarrada a um barbante fica oscilando entre terminais de uma máquina de Wimshurst. Após assistir ao vídeo, proponha à turma as seguintes questões:

- O que faz a bolinha oscilar?
- Por que, ao final, ela deixa de oscilar?
- Seria possível mantê-la grudada a um dos terminais?
- O que mudaria no experimento se a bolinha fosse de material isolante?

Interligações (p. 19)

Ressalte que o experimento realizado por Robert Millikan (1868-1953) revolucionou o conhecimento da natureza atômica da matéria e impulsionou o avanço científico e tecnológico na área dos eletroeletrônicos. Encontre na *Bibliografia complementar* material adicional sobre a importância histórica e a realização desse experimento, considerado um dos dez mais famosos da Física.

Atividades (p. 20)

Oriente os estudantes na resolução das atividades para fixar o conteúdo sobre corrente elétrica. Uma vez que eles precisarão lidar com a carga do elétron e com submúltiplos do ampère, note que podem surgir dificuldades relacionadas ao uso da notação científica e dos expoentes negativos utilizados para representar quantidades muito pequenas.

Interligações (p. 20)

Inicie perguntando aos estudantes se eles já se perguntaram por que uma chamada telefônica realizada no celular costuma falhar se a pessoa estiver dentro de um elevador. Permita que os estudantes apresentem respostas voluntárias. A seguir, diga que esse fato está relacionado com um famoso efeito estudado na Física, chamado de gaiola de Faraday.

A questão do isolamento elétrico no interior de superfícies fechadas, ou seja, a gaiola de Faraday, normalmente não é conhecida dos estudantes e, embora no início dos estudos sobre fenômenos elétricos não se possa ainda aprofundar as questões conceituais, pode ser interessante conversar com eles sobre o tema, instigando-os a pensar que, por exemplo, um dos melhores abrigos para a situação de tempestade está no espaço interno de um automóvel.

Após a leitura, para estimular a fixação do conteúdo sugere-se que assista com os estudantes ao vídeo "Blindagem Eletrostática | Gaiola de Faraday | Pergunte à Física", disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=ZiA9RfzY16Q> (acesso em: 19 jun. 2020).

Tensão, voltagem ou diferença de potencial (p. 21)

Introduza circuitos elétricos de corrente contínua. Diga aos estudantes que a palavra "voltagem" deriva do nome da unidade utilizada para medir a tensão, ou diferença de potencial, o volt, e que, por sua vez, o nome dessa unidade é uma homenagem ao químico e físico italiano Alessandro Volta (1745-1827), um dos primeiros cientistas a estudar a eletricidade e a quem se atribui a invenção da pilha e o descobrimento do metano.

A atividade da página 22 possibilita aos estudantes aplicar o conceito de tensão em uma situação prática e interpretar uma figura esquemática representando um sistema real.

ATIVIDADE PRÁTICA (p. 23)

A atividade é uma ótima oportunidade para construir um circuito simples, podendo ser desenvolvida interdisciplinarmente com Química e realizada em sala de aula. Sugerimos que você questione os estudantes sobre a forma como a corrente surge no circuito. Peça a eles que anotem as principais explicações e, após a pesquisa, compare as justificativas iniciais com as respostas dadas. Esse procedimento certamente enriquecerá a atividade.

Uma vez que os materiais são de baixo custo, recomenda-se a preparação de vários *kits* para que os estudantes realizem o experimento em pequenos grupos. Opcionalmente, peça com antecedência aos estudantes que se organizem em grupos e tragam de casa uma calculadora ou um relógio digital por grupo para que possam se envolver com o experimento desde a fase de planejamento. Neste caso, tenha uma reserva desses equipamentos disponível para os grupos que, por acaso, não lembrem ou não tenham acesso a eles.

Antes da aula, prepare os materiais, montando *kits* para cada grupo. Inicie a atividade distribuindo os materiais entre os grupos. Enuncie o objetivo do experimento e liste os materiais, pedindo aos estudantes que os identifiquem em seus *kits*. Oriente os grupos seguindo os procedimentos experimentais descritos no livro do estudante.

Note que a corrente gerada pela pilha de limões é pequena, mas suficiente para fazer certos objetos funcionarem. Além dos citados anteriormente, podem ser utilizados voltímetros ou lâmpadas LED. Em condições ideais, um único limão pode manter um relógio digital funcionando por uma semana.

Há, disponíveis na internet, diversas variações para esta montagem experimental, variando desde o número de limões até os materiais empregados. Por exemplo, o fio de cobre pode ser substituído por uma moeda de cobre de R$ 0,05. Limpe a moeda previamente utilizando uma palha de aço. Algumas alternativas adicionais encontram-se na *Bibliografia complementar*.

MODERNA

Após a realização do experimento, peça aos estudantes que respondam às questões propostas. Se necessário, permita um tempo de pesquisa e peça a eles que tragam as respostas em um momento posterior. Nesse ponto, é importante que os estudantes socializem os conhecimentos, reforçando o entendimento do funcionamento da bateria construída na atividade.

Caso o experimento não possa ser realizado, sugere-se assistir com os estudantes ao vídeo "Como fazer uma lanterna com limão", disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=crCfjevd9UE> (acesso em: 19 jun. 2020) e dar prosseguimento à atividade com uma pesquisa bibliográfica para que os estudantes respondam às questões propostas.

Interligações (p. 24)

Converse com os estudantes sobre o eletrocardiograma, a fim de que eles percebam a presença dos conceitos físicos na medicina. Havendo possibilidade, comente também sobre outros exames, não invasivos, em que a presença da Física é clara, como ultrassons, tomografias e ressonâncias magnéticas, para citar apenas os mais conhecidos.

Não se trata ainda de entrar em detalhes sobre o funcionamento dos equipamentos que realizam tais exames, o que poderá ser feito em outro momento, quando forem estudados conceitos relativos às ondas eletromagnéticas.

Estimule os estudantes a avaliarem suas frequências cardíacas de repouso, usando o cronômetro de um relógio ou do celular. Para isso, oriente-os a colocarem dois dedos de uma das mãos sobre o pulso ou sobre o pescoço, conforme mostrado nas imagens, e estabelecerem o tempo de 1 minuto para a contagem dos pulsos.

DEN RISE/SHUTTERSTOCK

PIXEL-SHOT/SHUTTERSTOCK

Os resultados poderão variar bastante em uma faixa que vai de 40 bpm a 90 bpm, mas nenhum resultado será considerado alarmante, tendo em vista as diferenças do metabolismo de um para o de outro estudante. Para um resultado mais confiável será importante repetir a medida outras vezes e calcular a média aritmética dos resultados. Oriente os estudantes a compartilhar os resultados com familiares, com o objetivo de aproveitarem a oportunidade para tratar do cuidado com a saúde. De toda forma, lembrar que a medição da frequência não significa a realização de um exame cardíaco, muito menos pode ser tomada por conclusiva quanto a qualquer alteração.

Potência elétrica (p. 24)

Relembre aos estudantes a definição de potência. Diga que o conceito é o mesmo utilizado para quantificar a variação de energia no tempo no caso de trabalho mecânico, de forma que a unidade da potência elétrica é o watt. A seguir, introduza a relação matemática que relaciona potência à corrente e à tensão.

Utilize a **Caixa de ferramentas** para discutir outras unidades que têm relação direta ou complementar com o conceito de potência. O lúmen, por exemplo, é uma unidade de medida que permite determinar a eficiência energética de uma lâmpada, enquanto a potência medida em watts serve para calcular o consumo de energia desse produto.

Atividades (p. 26)

As atividades trabalham o conceito de potência, utilizando equipamentos eletroeletrônicos comuns em residências.

MODERNA

Interligações (p. 27)

Especialmente nas localidades com rede 110 V-220 V, é bastante comum que os estudantes considerem que a voltagem de 220 V "é melhor" porque o consumo de eletricidade dos aparelhos é menor. Uma vez que equipamentos de maior potência são alimentados por 220 V, faz sentido pensar que isso é feito com o objetivo de diminuir o consumo elétrico. Você poderá partir dessa suposição espontânea dos estudantes, embora equivocada, para apresentar o conceito de potência elétrica, sem omitir alguns aspectos, ainda que superficiais, da instalação elétrica residencial, por exemplo, a bitola dos fios e a dimensão dos disjuntores.

O cálculo do consumo de energia elétrica em quilowatt-hora (kWh) não costuma acarretar grandes dificuldades aos estudantes de Ensino Médio; muitos deles até podem ter tido contato com esse tipo de cálculo anteriormente. Se essa premissa é verdadeira, o que é necessário acrescentar nessa etapa de estudo? Analisemos algumas possibilidades.

Um aspecto bastante importante a ser destacado na questão do consumo de energia elétrica residencial refere-se à responsabilidade de cada tipo de transformação de energia na conta mensal. A conversão de energia elétrica em energia mecânica, por exemplo, corresponde a que percentual do consumo elétrico mensal?

Sugerimos que você peça aos estudantes a recomposição do consumo de energia elétrica da residência deles, organizada em uma tabela dividida pelos tipos de conversão. Apresentamos, a seguir, um exemplo de tabela. Caberá a você adaptá-la à realidade da turma, caso julgue pertinente uma atividade dessa natureza.

Tipo de conversão de energia	Equipamento	Potência (W)	Consumo diário (horas)	Consumo mensal (kWh)
Elétrica-mecânica				
Elétrica-térmica				
Elétrica-sonora				
Elétrica-luminosa				
Elétrica-outras				
			Total mensal	

Completar uma tabela pode promover discussões importantes sobre os tópicos de estudo do capítulo, como as conversões de unidades de potência ou a transformação energética de um equipamento quando não há apenas um tipo de transformação envolvida, caso, por exemplo, das lâmpadas ou dos aparelhos de DVD.

Ao completar a tabela, ou apenas pesquisar o consumo de um equipamento, haverá, certamente, desconhecimento sobre a potência de algum deles. Nesses casos, além da sua ajuda, os estudantes poderão utilizar o recurso de observar, com muito cuidado, o medidor de entrada de eletricidade na residência. Esses medidores apresentam um disco que gira indicando o consumo de energia elétrica a cada giro. O valor desse consumo aparece registrado no marcador pela sigla Kd.

Para determinar o consumo de um equipamento de potência desconhecida, o estudante poderá desligar todos os demais equipamentos da residência, com exceção daquele cuja potência deseja conhecer. Em seguida, observando um número determinado de voltas do disco do medidor e medindo, simultaneamente, o tempo despendido nessas voltas, é possível determinar a potência desconhecida.

Por exemplo, se em 10 voltas do disco decorreram 60 segundos, sabemos que:

1 volta $\rightarrow$ 3,6 Wh

10 voltas $\rightarrow$ 36 Wh

$36\ \text{Wh} = 36\ \text{W} \cdot 3.600\ \text{s} = 129.600\ \text{Ws}$

$\therefore \frac{129.600\ \text{W}}{60\ \text{s}} = 2.160\ \text{W}$

A potência do equipamento é, aproximadamente, 2.160 W.

No *site* da Companhia Paranaense de Energia (Copel), os estudantes poderão compor o consumo elétrico mensal de sua residência por meio de um simulador interativo. Disponível em: <http://www.copel.com/hpcopel/residencial/consumoEnergia.jsp> (acesso em: 13 jul. 2020).

Voltagem, corrente e resistência elétrica (p. 28)

Defina resistência elétrica e explique que sua unidade recebeu o nome de Ohm em homenagem ao físico alemão Georg Simon Ohm (1789-1854), que estabeleceu a relação $U = R \cdot i$, conhecida como Lei de Ohm.

MODERNA

Auxilie os estudantes na resolução das atividades da página 30, nas quais serão aplicados os conceitos de voltagem, corrente e resistência elétrica.

Interligações (p. 29)

Aproveite para explorar as discrepâncias entre crenças populares e saberes científicos. Divida as atividades propostas em quatro partes. Na primeira parte, informe aos estudantes que realizarão um levantamento de informações sobre o tema. Peça a eles que perguntem a colegas e familiares se conhecem esse dito e se acreditam ou não nele. Instrua-os a registrarem as respostas em uma folha ou caderno. Proponha que coletem relatos de pessoas que já estiveram próximas à queda de um raio, registrando os locais onde isso aconteceu.

Na segunda parte das atividades, oriente os estudantes a pesquisar notícias e reportagens sobre acidentes envolvendo queda de raios. Peça a eles que identifiquem características semelhantes percebidas nesses eventos.

A seguir, organize os estudantes em grupos e proponha que pesquisem sobre o funcionamento do para-raios.

Por fim, organize uma roda de conversa em que os estudantes socializem as informações coletadas, passando pelas três etapas anteriores. Com base nisso, questione se é possível afirmar que um raio pode ou não cair duas vezes no mesmo lugar.

Comunicando ideias (p. 29)

Utilize a atividade proposta para que os estudantes possam fixar e socializar as pesquisas e discussões realizadas anteriormente. Organize-os em grupos e peça a eles que elaborem um roteiro para a produção de um vídeo com cerca de dez minutos, no formato de uma reportagem, no qual relatem o resultado do levantamento realizado na questão 1 da seção anterior. Para isso, sugira que entrevistem novamente algumas pessoas e registrem suas respostas utilizando um telefone celular ou uma câmera digital. Oriente-os a obter a autorização dos entrevistados para a utilização das imagens.

Proponha a eles que escolham um integrante do grupo para fazer o papel de um cientista que, após as entrevistas, explicará as conclusões do grupo sobre o tema, sob o ponto de vista da Física. Como sugestão, organize um pequeno evento na escola para exibir os vídeos para outras turmas.

Circuitos em paralelo e circuitos em série (p. 30)

Como motivação, utilize o simulador PHET referenciado na seção **Fique por dentro** para construir e exemplificar em tempo real o funcionamento de circuitos em série e em paralelo.

Explore a **Caixa de ferramentas** para explicar a diferença entre corrente contínua e corrente alternada. Explique aos estudantes que, na corrente alternada, os elétrons se movimentam para a frente e para trás, alterando o sentido do seu movimento até 120 vezes por segundo. Essa alteração possibilita diminuir as perdas de energia quando comparada à corrente contínua e faz com que os transformadores que existem em linhas de transmissão funcionem, aumentando a voltagem da energia transmitida desde uma usina de geração de energia.

Utilize a imagem para ensinar a interpretar os dados sobre corrente alternada em aparelhos elétricos. Explique que AC 50/60 Hz indica que a corrente muda de sentido entre 50 e 60 vezes por segundo. Se possível, leve um resistor para mostrar aos estudantes. Permita que toquem no objeto e percebam suas características físicas.

Utilize o exemplo descrito sobre o consumo de uma lâmpada de 24 W para auxiliar os estudantes a desenvolver as habilidades necessárias para resolver situações-problema envolvendo circuitos elétricos.

Interligações (p. 32)

Auxilie os estudantes na leitura do texto. Para motivar e aprofundar a discussão do tema, após a leitura, assista com eles ao vídeo "Como assim você não sabe? Curto-circuito ou sobrecarga?", disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=ta9rPlROPiE> (acesso em: 19 jun. 2020), que trata da diferença entre curto-circuito e sobrecarga, abordando suas causas e seus perigos.

Uma das ocorrências elétricas mais frequentes no cotidiano são os curtos-circuitos. Em residências com instalações elétricas antigas ou malconservadas, é comum que, em algum momento, uma das fases toque na outra e ocorra a explosão característica de um curto-circuito. Também são comuns notícias veiculadas na mídia acerca de incêndios provocados por curto-circuito. Estamos, portanto, diante de um tema bastante próximo do cotidiano dos estudantes e que merece discussão detalhada.

Tal discussão é de fundamental importância para a compreensão do efeito que observamos na ocorrência de um curto-circuito, bem como o estrago que tal efeito pode provocar, e por isso sugerimos que você não deixe de fazê-la, a fim de que os estudantes possam de fato avaliar a quantidade de energia liberada no instante de tempo de ocorrência do fenômeno.

Sugerimos ainda que comente as medidas de segurança que podem ser tomadas para evitar curtos-circuitos nas ligações elétricas das residências. Nesse sentido, é possível salientar a importância de os fios serem emendados com bastante cuidado e com o isolamento adequado, e que plugues e tomadas de boa qualidade sejam utilizadas na ligação de equipamentos elétricos e eletrônicos, especialmente os de maiores potências nominais. Sobre este último aspecto, especialmente, vale comentar a alteração promovida no padrão das tomadas e plugues brasileiros. No *site* do Inmetro (disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/ouvidoria/faqs.asp>; acesso em: 13 jun. 2020), encontram-se algumas perguntas e respostas sobre as mudanças no padrão das tomadas e dos plugues brasileiros.

O texto a seguir trata do perigo dos choques elétricos, assunto de interesse dos estudantes. Se possível, compartilhe-o com eles ou leia-o em voz alta.

Choques elétricos: acidentes que podem ser fatais

Em termos práticos, os riscos representados pelos choques elétricos são consideráveis, já que a eletricidade realmente participa de modo decisivo em muitos processos fisiológicos, como a transmissão de estímulos nervosos e a transmissão e armazenagem de informações no cérebro. As consequências de um choque elétrico estão diretamente relacionadas à intensidade da corrente e ao tempo de duração do choque. Em termos de corrente elétrica, os efeitos podem ser:

EM ABERTA

Corrente	Consequência
1 mA	Apenas perceptível
10 mA	"Agarra" a mão
16 mA	Máxima tolerável
20 mA	Parada respiratória
100 mA	Ataque cardíaco
2 A	Parada cardíaca
3 A	Valor mortal

Fonte: <http://www.ufrrj.br/institutos/it/de/acidentes/eletric.htm>. Acesso em: 28 jul. 2020.

O caminho que a corrente percorre no corpo também é decisivo. Por exemplo, um choque em que a corrente elétrica entre pelo polegar e saia pelo indicador da mão de uma pessoa tem poucas chances de produzir uma consequência mais grave. Mas uma corrente elétrica que entre por uma mão e saia pela outra, passando pelo tórax, tem grandes chances de afetar o coração ou a respiração da vítima.

Interligações (p. 34)

Ao abordar este tópico e fazer a pergunta proposta, mencione que nem todas as residências brasileiras têm um quadro de distribuição que cumpre com as especificações normativas adequadas. No entanto, em geral, os disjuntores marcados com uma barra correspondem aos monopolares, protegendo cada fase, enquanto os disjuntores com duas barras são bipolares e protegem duas fases.

Fique por dentro (p. 35)

Oriente os estudantes sobre o uso das referências listadas como fonte de pesquisa e de informações adicionais sobre os tópicos abordados no capítulo. Em particular, sugira o acesso ao simulador PHET para motivar o estudo e aprofundar a compreensão dos estudantes sobre circuitos elétricos.

Avaliação

Sugere-se considerar no processo avaliativo todas as atividades realizadas pelos estudantes durante o desenvolvimento do capítulo, ponderando a evolução de cada um e possibilitando o cômputo das diversas expressões exploradas. Com esse propósito, ao iniciar o capítulo, sugira aos estudantes que criem um portfólio no qual façam um registro de todas as atividades. Oriente-os a incluir os dados coletados, as fontes consultadas e as atividades resolvidas, bem como impressões sobre as discussões e conclusões relativas a cada seção.

Adicionalmente, é possível complementar o processo de avaliação de forma objetiva, a fim de confirmar a aprendizagem do conteúdo deste capítulo do ponto de vista formativo. Proponha aos estudantes que resolvam situações-problema baseadas nas atividades apresentadas ao longo do capítulo. Uma vez que avaliações objetivas não precisam exigir a memorização de conteúdo, permita que os estudantes consultem apontamentos, portfólios ou o livro didático.

Bibliografia complementar

- BERNARDO, P. T. O. Gerador de Van de Graaff: investigando a conductibilidade elétrica. *Revista Saberes Docentes*, v. 2, n. 4, 2017. Disponível em: <http://revista.ajes.edu.br/index.php/rsd/article/view/68>. Acesso em: 5 jun. 2020.

  A referência pode ser utilizada como subsídio para abordar o gerador de Van de Graaff, pois explora o tema condutibilidade elétrica a partir do estudo desse gerador. Além disso, problematiza e contextualiza esse tema.

- CIÊNCIA Curiosa. O Experimento das Gotas de Óleo de Millikan. 2013. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=Fk_ZQQsAkSo>. Acesso em: 7 jun. 2020.

  Nesse vídeo, o professor Sam Adam visita um laboratório na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, onde é realizado o experimento da gota de óleo de Millikan.

- CUNHA, F. C. *Atividades práticas para o processo de ensino e aprendizagem das Leis de Kirchhoff para o ensino médio*. 2012. Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Física, Fortaleza (CE). Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/31751/1/2012_tcc_fccunha.pdf>. Acesso em: 7 jun. 2020.

  O autor discute as dificuldades no processo ensino-aprendizagem provocadas pela falta de acesso a laboratórios didáticos de Física e implementa um manual de práticas para a realização de aulas com experimentos sobre as Leis de Kirchhoff.

- FRANÇA, S. S.; SIQUEIRA, M. Produção de material didático no ensino das leis de Kirchhoff para estudantes com deficiência visual: uma proposta de ensino. *Física na Escola*, v. 17, n. 1, p. 56-60, 2019. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol17-Num1/a11.pdf>. Acesso em: 7 jun. 2020.

  Os autores propõem e discutem a construção de uma maquete tátil de um circuito elétrico para ensino das Leis de Kirchhoff. A abordagem objetiva o uso do material para estudantes com deficiência visual, mas também pode ser utilizado como um interessante e motivador apoio para os demais estudantes.

- INPE/ELAT. Grupo de Eletricidade Atmosférica, 2020. Disponível em: <http://www.inpe.br/webelat/homepage/>. Acesso em: 10 abr. 2021.

  A página do Grupo de Eletricidade Atmosférica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais oferece informações sobre raios, incluindo um mapa sobre a ocorrência desse fenômeno em tempo real. Os diversos recursos textuais e audiovisuais disponíveis podem ser utilizados como subsídios e fonte de pesquisa.

- MACETI, H.; LEVADA, C. L.; LAUTENSCHLEGUER, I. J. Robert Millikan e a medida da carga elementar – 100 anos da publicação do trabalho que mudou a física. *Caderno de Física da UEFS*, v. 9, n. 1-2, p. 85-92, 2011. Disponível em: <http://dfisweb.uefs.br/caderno/vol9n12/MacetiMillikan.pdf>. Acesso em: 7 jun. 2020.

MODELO

Esse artigo aborda a importância histórica e a realização do experimento realizado por Robert Millikan (1868-1953), por meio do qual descobriu o valor da carga do elétron e que lhe rendeu o Prêmio Nobel de Física em 1923.

- MELO, E. J. DE; POLETTO, B. DE O.; SANTOS, R. D. dos; BRONDANI, F. M. M. Proposta metodológica para o ensino de eletroquímica no ensino médio. *Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente*, v. 2, n. 7, p. 111-125, dez. 2016. Disponível em: <http://www.faema.edu.br/revistas/index.php/Revista-FAEMA/article/view/410>. Acesso em: 6 jun. 2020.

  Esse artigo explora uma abordagem experimental para o ensino de eletroquímica no Ensino Médio, discutindo aspectos relacionados a metodologias ativas de ensino. Os autores propõem a realização experimental de uma pilha feita com limões para motivar a aprendizagem, possibilitar o trabalho em grupo e construir o conhecimento através da prática.

- MORAIS, R. F. A *Natureza da Eletricidade* (*Uma Breve História*). 2014. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Física, Rio de Janeiro (RJ). Disponível em: <http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2014_Rodrigo_Morais/dissertacao_Rodrigo_Morais.pdf>. Acesso em: 7 jun. 2020.

  Dissertação de mestrado que trata do ensino de conceitos de eletricidade com o apoio da história da Física, podendo ser utilizada como material de aprofundamento.

- RODRIGUES, R. P. *et al*. Pilhas e baterias: desenvolvimento de oficina temática para o ensino de eletroquímica. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 14, n. 1, p. 240-255, abr. 2019. Disponível em: <http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID575/v14_n1_a2019.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2020.

  Os autores descrevem uma metodologia de ensino a partir do desenvolvimento de oficina temática de eletroquímica. O tema pilhas e baterias é abordado utilizando metodologias problematizadoras e contextualizadas.

- SABA, M. M. F. A Física das tempestades e dos raios. *Física na Escola*, v. 2, n. 1, 2001. Disponível em: <http://www.cepa.if.usp.br/e-fisica/apoio/textos/raios.pdf>. Acesso em: 7 jun. 2020.

  Em linguagem acessível, são explicados diversos aspectos sobre a Física envolvida na formação de nuvens de tempestades e relâmpagos.

Resoluções

Comunicando ideias (p. 17)

Peça aos estudantes que respondam à questão proposta. A pessoa que toca a cúpula do gerador de Van de Graaff está, normalmente, sobre uma base de madeira, pois a madeira é um material isolante que impede que a corrente passe pelo corpo da pessoa em direção à Terra.

Interligações (p. 19)

1. Como o núcleo do átomo de hélio é formado por dois prótons e apresenta equilíbrio de cargas, o valor de sua carga positiva é igual a duas vezes o valor, em módulo, da carga do elétron, isto é, $3{,}2 \cdot 10^{19}$ C.

Atividades (p. 20)

1. A intensidade da corrente dada é de 250 mA, isto é, 0,25 A. Como a corrente é a razão entre a variação da carga em dado intervalo de tempo, a cada segundo passam 0,25 C por uma secção reta do condutor. Considerando que a carga de um elétron é de $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C e fazendo uma regra de três simples, tem-se:
   $1\ e^- \text{ ——— } 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C
   $x\ e^- \text{ ——— } 0{,}25$ C
   $\therefore x = 1{,}5625 \cdot 10^{18}\ e^-$
   Ou seja, em 1 s passam, aproximadamente, $1{,}56 \cdot 10^{18}$ elétrons pela secção reta do condutor.

2. Para calcular a corrente elétrica média do relâmpago fazemos:
   $i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \Rightarrow i = \frac{10}{0{,}02} \therefore i = 500$ A

3. Inicie transformando o tempo dado em minutos no seu equivalente em segundos:
   $\Delta t = 5$ min $= 300$ s. Então, aplique a equação que relaciona corrente com variação de carga elétrica:
   $i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \Rightarrow 1{,}5 = \frac{\Delta Q}{300} \therefore \Delta Q = 450$ C

4. O valor da carga que percorre o fio é dada por:
   $i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \Rightarrow 0{,}4 = \frac{\Delta Q}{60} \Rightarrow \Delta Q = 0{,}4 \cdot 60 \therefore \Delta Q = 24$ C
   A relação entre a carga total e o número de elétrons é dada por:
   $\Delta Q = n \cdot e \Rightarrow 24 = n \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \Rightarrow n = \frac{24}{1{,}6 \cdot 10^{-19}}$
   $\therefore n = 1{,}5 \cdot 10^{20}$ elétrons
   Dessa forma, o valor de n é igual a 20.

Interligações (p. 20)

1. Em uma situação como a descrita, é conveniente ficar dentro do automóvel, porque as cargas tendem a se acumular na superfície externa de um corpo metálico, conforme descrito no texto sobre a gaiola de Faraday. Desse modo, os passageiros do automóvel não correrão risco de choque elétrico e, após alguns minutos, à medida que as cargas tenham se dissipado, poderão deixar o veículo sem riscos.

Atividade (p. 22)

1. a) De acordo com o esquema do circuito de ligação da lâmpada com as 4 pilhas em série, tem-se que a corrente elétrica flui de A para B.

MODERNA

b) Dado que a tensão nos terminais de cada pilha é de 1,5 V e que as quatro pilhas estão em série, a associação de pilhas fornece 6 J para cada coulomb de carga, uma vez que 6 V correspondem a 6 J/C.

c) Como a corrente é a razão entre a variação da carga em dado intervalo de tempo, se há uma corrente de 0,4 A fluindo, tem-se, a cada segundo, uma carga elétrica de 0,4 C.

ATIVIDADE PRÁTICA (p. 23)

1. O limão é uma fruta ácida. Segundo a teoria de Arrhenius, todo ácido possui íons H^+ em meio aquoso. Assim, o suco de limão é uma solução eletrolítica, isto é, que conduz eletricidade. No experimento, o limão age como o eletrólito de uma bateria e os pregos galvanizados, que têm uma camada protetora de zinco, se oxidam, isto é, perdem elétrons. O H^+ presente no eletrólito sofre redução nos fios de cobre, que funcionam como os eletrodos dessa pilha.

2. Os pregos galvanizados, ou os clipes de papel, correspondem ao polo negativo, que perde elétrons (ânodo), enquanto os fios de cobre correspondem ao polo positivo, que recebe os elétrons (cátodo).

Interligações (p. 24)

1. Resposta pessoal.

2. Resposta pessoal. Podem ser citados exames de imagem, como ultrassonografia, ressonância magnética, entre outros.

Atividades (p. 26)

1. Utilize a equação da potência, considerando que a ddp nos terminais do secador de cabelos será 120 V. De acordo com o enunciado, esse aparelho dissipará 600 W por efeito Joule. Então, a corrente elétrica que o percorre terá intensidade de:
$P = U \cdot i \Rightarrow 600 = 120 \cdot i \therefore i = 5\ A$

2. Utilizando a relação de hp e watt (vide Caixa de ferramentas), tem-se:
1 hp — 735 W
$\frac{1}{3} hp$ — P
$\therefore$ P = 245 W
Logo, a intensidade da corrente elétrica no motor será:
$P = U \cdot i \Rightarrow 245 = 220 \cdot i \therefore i = 1{,}11\ A$.

3. A corrente elétrica para cada tipo de lâmpada pode ser obtida através da relação $P = U \cdot i$. Assim, considerando uma tensão elétrica de 120 V e tomando os valores da sexta linha da tabela, tem-se:
$i_{LED} = \frac{P}{U} = \frac{12}{120} = 0{,}1\ A$,
$i_{fluorescente} = \frac{P}{U} = \frac{25}{120} = 0{,}21\ A$,
$i_{incandescente} = \frac{P}{U} = \frac{120}{120} = 1\ A$.
O mesmo procedimento deve ser feito para outras duas linhas da tabela.

4. A intensidade da corrente elétrica para 220 V é:
$P = U \cdot i \Rightarrow 1.200 = 220 \cdot i \Rightarrow i \cdot 5{,}5\ A$.
Por outro lado, a intensidade da corrente elétrica para 110 V é:
$P = U \cdot i \Rightarrow 1.200 = 110 \cdot i \Rightarrow i \simeq 11\ A$.

Interligações (p. 27)

1. Resposta pessoal. O estudante deve observar se há tomadas que fornecem tensão de 110 V e 220 V.

2. Resposta pessoal. Os dados dependerão do levantamento feito pelos estudantes.

Interligações (p. 29)

Respostas pessoais. De fato, com base nas pesquisas realizadas, os estudantes devem chegar à conclusão de que a afirmação não se verifica. Uma prova disso é o Cristo Redentor, no Rio de Janeiro, que recebe cerca de seis raios por ano.

Atividades (p. 30)

1. A corrente elétrica convencional corresponde ao fluxo imaginário de cargas elétricas positivas, ou seja, do positivo para o negativo. Observando a posição das pilhas na figura, essa corrente percorre o circuito no sentido horário.

2. A lâmpada age como um resistor, de forma que esta questão é resolvida aplicando diretamente a equação que relaciona a diferença de potencial com resistência à corrente passando pela lâmpada.
a) $U = R \cdot i \Rightarrow 24 = 60 \cdot i \Rightarrow i = 0{,}4\ A$
b) $U = R \cdot i \Rightarrow 18 = 60 \cdot i \Rightarrow i = 0{,}3\ A$

3. Utilizando a equação $U = R \cdot i$, substituindo os valores $U = 220$ V e $R = 10^5\ \Omega$, temos:
$U = R \cdot i \Rightarrow 220 = 10^5 \cdot i \therefore i = 2{,}2 \cdot 10^{-3}\ A$
Esse valor corresponde a 2,2 mA, portanto, está na faixa I de até 10 mA. Logo, a pessoa sentirá dor e contração muscular.

4. Primeiro, utilize a equação $U = R \cdot i$ para calcular a diferença de potencial máxima a que o corpo da pessoa pode ser submetido para que a descarga não seja fatal. Substituindo $R_{corpo} = 2.000\ \Omega$ e $i_{máx.} = 0{,}3$ A, tem-se:
$R_{corpo} = \frac{U_{mín.}}{I_{máx.}} \Rightarrow 2000 = \frac{U_{mín.}}{0{,}3} \therefore U_{máx.} = 600$ V.
Como a diferença de potencial entre a fonte e o solo é de 10.000 V e a ddp máxima entre a pessoa e o solo deve ser 600 V, uma ddp mínima de 10.000 − 600 = 9.400 V deve existir entre a fonte e o

PROIBIDA

ar. Assim, a resistência mínima que o ar deve ter é:

$R_{ar} = \frac{U_{mín.}}{I_{máx.}} \Rightarrow R_{ar} = \frac{9{,}400}{0{,}3} \therefore R_{ar} = 31.333{,}3\ \Omega \simeq 31\ k\Omega$

Interligações (p. 32)

1. Resposta pessoal. A bitola do fio está relacionada à potência que pode ser utilizada em um circuito; fios muito finos utilizados em circuitos que alimentam aparelhos de alta potência, como o ar-condicionado, podem sofrer um grande aquecimento, gerando um curto-circuito.

Interligações (p. 34)

1. Resposta pessoal. O estudante deverá observar cada disjuntor relacionado a cada área de sua residência.

Atividades (p. 35)

1. O enunciado fornece a potência (6 W) dissipada por cada uma das lâmpadas quando há uma ddp de 6 V nos seus terminais. Como não conhecemos a resistência da lâmpada nem a corrente que a percorre, precisamos utilizar as equações: $U = R \cdot i$ e $P = R \cdot i^2$ para obter a relação entre a potência dissipada, a ddp nos terminais da lâmpada e a sua resistência.

   A partir da primeira equação, isole a corrente e substitua na segunda equação, obtendo:

   $P = \frac{U^2}{R} \Rightarrow R = \frac{U^2}{P} \Rightarrow R = \frac{6^6}{6} = \frac{36}{6} \therefore R = 6\ \Omega$

   Se a resistência de cada lâmpada é 6 Ω, a resistência equivalente de quatro lâmpadas iguais ligadas em série é de:

   $R_{eq.} = 6\ \Omega + 6\ \Omega + 6\ \Omega + 6\ \Omega = 24\ \Omega$

   Agora, para descobrir a potência dissipada basta substituir os valores de tensão dados na equação encontrada utilizando $R_{eq.}$.

   a) Bateria de 6 V: $P = \frac{U^2}{R_{eq.}} = \frac{6^2}{24} \therefore P = 1{,}5\ W$

   b) Bateria de 12 V: $P = \frac{U^2}{R_{eq.}} = \frac{12^2}{24} \therefore P = 6\ W$

   c) Bateria de 24 V: $P = \frac{U^2}{R_{eq.}} = \frac{24^2}{24} \therefore P = 24\ W$

2. As lâmpadas estão associadas em série, de forma que a corrente que passa por elas é igual e a soma da ddp entre os terminais de cada lâmpada é igual a 200 V.

   a) A intensidade de corrente elétrica que circula por L2 (e por todos os pontos do circuito) é:

   $U = U_1 + U_2 \Rightarrow U = R_1 \cdot i + R_2 \cdot i \Rightarrow$

   $\Rightarrow 200 = 40i + 60i \therefore i = 2\ A$

   b) A potência dissipada por L_2 é:

   $P_2 = R_2 \cdot i^2 \Rightarrow P_2 = 60 \cdot 2^2 \therefore P_2 = 240\ W$

   c) A ddp entre os terminais de L_1 é:

   $U_1 = R_1 \cdot i \Rightarrow U_1 = 40 \cdot 2 \therefore U_1 = 80\ V$

3. Uma vez que as lâmpadas estão em série, a intensidade da corrente que passa por elas é a mesma.

   a) A potência total dissipada no circuito é dada pela soma das potências dissipadas por cada uma das lâmpadas:

   $P = P_A + P_B \therefore P = 18\ W$

   b) A intensidade de corrente que percorre o circuito é:

   $P = U \cdot i \Rightarrow 18 = 12 \cdot i \therefore i = 1{,}5\ A$

   c) A ddp entre os terminais da lâmpada A é:

   $P_A = U_A \cdot i \Rightarrow 6 = U_A \cdot 1{,}5 \therefore U_A = 4\ V$

   enquanto a ddp entre os terminais da lâmpada B é:

   $P_B = U_B \cdot i \Rightarrow 12 = U_B \cdot 1{,}5 \therefore U_B = 8\ V$

   d) A resistência elétrica do filamento da lâmpada A é:

   $U_A = R_A \cdot i \Rightarrow 4 = R_A \cdot 1{,}5 \therefore R_A \simeq 2{,}7\ \Omega$

   e da lâmpada B:

   $U_B = R_B \cdot i \Rightarrow 8 = R_B \cdot 1{,}5 \therefore R_B = 5{,}3\ \Omega$

4. Como estão ligadas em paralelo, as duas lâmpadas são alimentadas pela mesma diferença de potencial, igual à da rede que as alimenta, 120 V. A intensidade da corrente em uma lâmpada é:

   $P = U \cdot i \Rightarrow 60 = 120 \cdot i \therefore i = 0{,}5\ A$

   Como as lâmpadas são iguais (dissipam a mesma potência), tem-se, $i_1 = i_2 = 0{,}5\ A$.

5. A corrente de entrada da residência será igual à soma da corrente elétrica que percorre as lâmpadas, logo:

   Lâmpada 1:

   $P = U \cdot i \Rightarrow 60 = 220 \cdot i_1 \Rightarrow i_1 = 0{,}27\ A$

   Lâmpada 2:

   $P = U \cdot i \Rightarrow 40 = 220 \cdot i_2 \Rightarrow i_2 = 0{,}18\ A$

   Lâmpada 3:

   $P = U \cdot i \Rightarrow 65 = 220 \cdot i_3 \Rightarrow i_3 = 0{,}29\ A$

   Adicionando todas as correntes:

   $i = i_1 + i_2 + i_3 \Rightarrow i \simeq 0{,}74\ A$

ATIVIDADES FINAIS (p. 36)

1. Alternativa **b**.

   A menor tensão no televisor para que este funcione deve ser de 90 V. Para uma ddp de $U_{TV} = 90\ V$ no televisor, a tensão elétrica no resistor de 10 Ω deverá ser igual a $U = 30\ V$. Chame a corrente passando pelo resistor de 10 Ω de i_{total} e a corrente passando pela TV de i_{TV} e lembre que $R_{TV} = 50\ \Omega$, assim, no televisor, tem-se que:

   $U_{TV} = R_{TV} \cdot i_{TV} \Rightarrow 90 = 50i_{TV} \therefore i_{TV} = 1{,}8\ A.$

   Por outro lado, no resistor de 10 Ω, tem-se:

   $U = R \cdot i_{total} \Rightarrow 30 = 10i_{total} \therefore i_{total} = 3{,}0\ A.$

   Considere $U_{lâmp}$ como sendo a ddp nos terminais de cada lâmpada. Esta deve ser igual a ddp nos

MODERNA

terminais do televisor. Assim, quando uma lâmpada for conectada ao circuito, será percorrida por uma corrente elétrica dada por:

$U_{lâmp} = R_{lâmp} \cdot i_{lâmp} \Rightarrow 90 = 200 i_{lâmp} \therefore i_{lâmp} = 0{,}45$ A.

A corrente elétrica I que poderá acionar as lâmpadas é dada por:

$I = I_{total} - i_{TV} = 3{,}0 - 1{,}8 = 1{,}2$ A.

Mas a corrente I deverá ser dividida entre cada uma das *n* lâmpadas que forem ligadas ao circuito, isto é:

$$I = n \cdot I_{lâmp} \Rightarrow n = \frac{1{,}2}{0{,}45} \therefore n \simeq 2{,}67.$$

Ou seja, o número máximo de lâmpadas que poderão ser conectadas ao circuito será menor que três. Como esse número deve ser um inteiro, a resposta é $n_{máx.} = 2$.

É comum encontrarmos situações que envolvem circuitos com geradores e resistores em configurações mistas, isto é, elementos em série e em paralelo, como nesta atividade. Para resolver esse tipo de problema é vantajoso dividir o circuito em partes menores, facilitando o cálculo de um resistor equivalente afim de chegar à solução. Essa estratégia permite solucionar o problema inicial ao resolver cada uma de suas partes. A **decomposição** de um problema em problemas menores é um dos pilares do pensamento computacional.

2. Alternativa **a**.

A capacidade de carga tem unidades de medida de corrente vezes tempo e está relacionada com o tempo de autonomia para uma específica corrente. O enunciado afirma a ddp medida nos terminais de cada célula é $U_c = 3{,}6$ V. Se várias células forem associadas em paralelo, tem-se que a corrente total será igual à soma das correntes que atravessam cada célula. Como as células são iguais: $i_{total} = n \cdot i_c$. Por outro lado, se as baterias forem associadas em série, tem-se que a ddp nos terminais da bateria será a soma das ddps no terminal de cada célula, ou seja, $U_{total} = n \cdot U_c$.

Primeiro, é necessário determinar em qual situação a capacidade de carga Q é maior. Lembrando que a corrente é dada por $i = Q/\Delta t$, tem-se que a capacidade de carga será maior na situação na qual a corrente total for maior. Ou seja, a capacidade de carga aumenta quando baterias são associadas em paralelo, pois, para uma dada corrente, menor será a corrente em cada elemento da associação em paralelo.

Agora falta apenas determinar se a bateria de 10,8 V com células em paralelo terá maior capacidade de carga que a bateria de 14,4 V com células em paralelo ou vice-versa. Se temos 12 células disponíveis, podemos associar 4 conjuntos de células em paralelo. Cada conjunto será composto de 3 células em série. Nesse caso, a ddp do circuito será a soma das ddps das 3 células em série, ou seja, $3 \cdot 3{,}6$ V $= 10{,}8$ V. Por outro lado, também podemos associar 3 conjuntos de células em paralelo; agora cada conjunto será formado por 4 células em série e a ddp do circuito será a soma das ddps das 4 células em série, ou seja, $4 \cdot 3{,}6$ V $= 14{,}4$ V.

Entre essas duas opções, a que apresenta maior capacidade de carga é a alternativa **a**, pois nessa situação a quantidade de células em paralelo é maior.

3. Alternativa **a**.

A jovem estará segura dentro do automóvel, pois a borracha dos pneus proporciona isolamento elétrico à lataria do carro. Esta, por ser um condutor, se comporta como uma gaiola de Faraday, ou seja, fornece uma blindagem eletrostática que anula o campo elétrico no interior de um condutor.

4. Alternativa **c**.

A eficiência da lâmpada incandescente é:

$$e_i = \frac{Q_L}{E_n} = \frac{Q_L}{P \cdot \Delta t} = \frac{600}{40} \therefore e_i = 15 \text{ lm/W}.$$

Já a eficiência da lâmpada fluorescente é:

$$e_f = \frac{Q_L}{E_n} = \frac{Q_L}{P \cdot \Delta t} = \ \therefore e_i = 75 \text{ lm/W}.$$

De acordo com o enunciado, a razão entre a quantidade de luz produzida (fluxo luminoso) e o consumo (potência elétrica) pode ser considerada linear; então, a eficiência de uma lâmpada incandescente é sempre menor que a de uma lâmpada fluorescente ($e_i < e_f$). Pela eficiência obtida anteriormente, uma lâmpada fluorescente de 8 W produz uma luminosidade equivalente a $Q_L = 75 \cdot 8 = 600$ lm, correspondendo à luminosidade de uma lâmpada incandescente de 40 W.

MODERNA

Capítulo 2

Geradores de energias portáteis

Professor indicado

Recomenda-se que esse capítulo seja trabalhado pelo professor de Química.

BNCC – competências e habilidades trabalhadas

A seguir, estão indicadas as competências gerais do Ensino Médio na BNCC, as competências específicas e habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e as competências específicas de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, cujo desenvolvimento é favorecido no capítulo. Para isso, são apontados os momentos em que seu trabalho pode ser propício.

Competência geral	Justificativa	Páginas
1	A evolução histórica, social e científica é abordada ao longo do capítulo, apontando os desafios atuais relacionados aos geradores portáteis e como as evoluções foram acompanhando a mudança em nossos hábitos de vida. Propõe a reflexão sobre os impactos no ambiente, por exemplo, pela geração de resíduos e descarte inadequado desses dispositivos.	38, 39, 40, 54, 55 e 56
2	Na *Atividade prática – Reconstruindo o gerador de Volta*, os estudantes constroem e observam o funcionamento de uma pilha e, com base nessas observações, formulam hipóteses e explicações, de maneira que exercitam a curiosidade intelectual e se apropriam da abordagem e da metodologia científica. Na *Atividade prática – Que condições favorecem o desenvolvimento da ferrugem?*, os estudantes investigam as variáveis que podem interferir na formação de ferrugem e propõem hipóteses para explicar suas observações e soluções para evitá-la.	41, 42 e 52
4	A participação dos estudantes propondo soluções com base no conhecimento químico é possibilitada ao longo do capítulo com discussões referentes à limitação atual de pilhas e baterias, ao garimpo ilegal, a processos industriais e ao processo histórico científico no desenvolvimento de tecnologias que utilizam conceitos da eletroquímica e consequente linguagem científica. Na seção *Interligações – Como surgiram as pilhas elétricas*, os estudantes expressam e discutem suas ideias sobre a importância da divulgação científica. Na *Atividade prática – Que condições favorecem o desenvolvimento da ferrugem?*, os estudantes são incentivados a aplicar seus conhecimentos científicos para formular e expressar suas hipóteses e soluções sobre a formação de ferrugem. Na *seção Interligações – Os perigosos íons de metais pesados*, os estudantes discutem seus entendimentos sobre o texto presente na seção e, com base em informações pesquisadas, propõem soluções que contribuem para a redução dos problemas associados à contaminação de mercúrio na região amazônica. Na seção *Comunicando ideias*, os estudantes são convidados a produzir um infográfico com as informações que pesquisaram sobre o ciclo de vida das pilhas e baterias, produzindo sentidos de entendimento mútuo, para o compartilhamento nas redes sociais.	39, 40, 52, 56 e 57
5	Na seção *Comunicando ideias*, os estudantes podem realizar pesquisas na internet, analisar criticamente as informações obtidas e selecionar as que julgarem mais relevantes. Na produção do infográfico, eles podem utilizar diferentes ferramentas digitais para sua produção e compartilhamento. Esse trabalho desenvolve o protagonismo na vida coletiva por meio da produção de conhecimentos e disseminação de informações. Na questão 3 da seção *Atividades*, os estudantes realizam uma pesquisa, que pode ser feita na internet, sobre os elementos químicos descobertos pela aplicação da eletrólise, e produzem uma tabela com as informações obtidas e selecionadas.	57 e 61
7	Na seção *Interligações – Os perigosos íons de metais pesados*, os estudantes são incentivados a propor soluções com base nas informações confiáveis pesquisadas, para a redução dos danos associados à contaminação de mercúrio na região amazônica, favorecendo o desenvolvimento da consciência socioambiental e estimulando-os a posicionar-se eticamente em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta. Na produção do infográfico da seção *Comunicando ideias*, os estudantes podem defender ideias e decisões que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo e descarte responsáveis de pilhas e baterias. Na questão 4, da seção *Atividades finais*, os estudantes são convidados a refletir sobre as condições de trabalho dos catadores de latas de alumínio e como melhorá-las e sobre a importância do trabalho dessas pessoas para o ambiente.	56, 57, 62 e 63
10	Nas questões 4 e 5 da seção *Atividades finais*, os estudantes pesquisam e discutem sobre a cadeia produtiva da reciclagem do alumínio e os problemas e desafios sociais associados aos trabalhadores que realizam a coleta do lixo reciclável, que pode levar ao desenvolvimento de ações pessoais mais responsáveis, éticas, sustentáveis e solidárias.	62 e 63

MODERNA

Competência específica	Habilidade	Justificativa	Páginas
1	EM13CNT101	Ao longo do capítulo são abordados conceitos e temas relacionados à temática de pilhas e baterias, discorrendo-se sobre a transformação de energia química em energia elétrica e o fluxo de elétrons, o que permite aos estudantes representar de maneira simbólica, macroscópica e submicroscópica partes das pilhas e identificar suas funcionalidades. Além disso, é proposta uma atividade prática para análise da pilha de Volta e textos que permitem uma discussão relacionada ao descarte de pilhas e baterias.	50 e 61
	EM13CNT104	Pelo fato de as pilhas e baterias serem compostas, em parte, de metais pesados como chumbo, mercúrio e cádmio, dedicamos uma parte do capítulo para discutir temas relacionados ao descarte inadequado, às regulações de órgãos como o Conama e aos efeitos decorrentes dos acúmulos desses metais no corpo humano, por ingestão ou via cadeia alimentar – possibilitando discussões de intervenção para o uso e descarte adequado.	56 e 57
	EM13CNT105	Aborda-se o descarte inadequado de pilhas e baterias e a mineração ilegal. Ambos liberam no ambiente metais pesados, que são bioacumuláveis ao longo da cadeia alimentar e podem levar ao desenvolvimento de patologias crônicas e irreversíveis no ser humano – como a doença de Minamata. Com a discussão desses tópicos, os estudantes são incentivados a refletir por que isso ocorre, o que tem sido feito em nível mundial e nacional e como podemos ajudar a nossa sociedade, principalmente os mais vulneráveis, como os ribeirinhos.	56 e 57
	EM13CNT106	Problemas atuais relacionados à evolução tecnológica necessária no que tange o desenvolvimento de pilhas e baterias cada vez mais autônomas são analisados e discutidos com os estudantes, como uma demanda que poderá limitar nosso avanço tecnológico como sociedade cada vez mais dependente da energia elétrica portátil.	57
	EM13CNT107	No decorrer do capítulo, são feitas previsões de funcionamento de pilhas a partir de pares de reações de oxirredução de substâncias distintas, por meio da interpretação e análise dos potenciais-padrão de redução. Nessas previsões é possível identificar pilhas que seriam espontâneas e não espontâneas, bem como predizer sua voltagem em condições-padrão. Uma reprodução da pilha de Volta também é proposta para uma abordagem qualitativa.	42 e 57
2	EM13CNT203	No decorrer do capítulo aborda-se o ciclo dos metais pesados descartados no meio ambiente, perpassando temas como bioacumulação e doenças degenerativas.	57
3	EM13CNT301	A *Atividade prática – Reconstruindo o gerador de Volta* permite que os estudantes recriem um experimento clássico e discutam sua montagem experimental. A *Atividade prática – Que condições favorecem o desenvolvimento da ferrugem?* propõe a preparação de três ambientes, favoráveis e não favoráveis, à formação da ferrugem, para o desenvolvimento de hipóteses e previsões quanto às condições propícias à oxidação do ferro e à relação dessas condições observadas e inferidas com a degradação gradual de estruturas arquitetônicas de ferro. Já na seção *Atividades finais*, nas atividades 1 e 3, os estudantes analisam situações-problema sob uma perspectiva científica.	41, 42, 52 e 62
	EM13CNT303	Textos de terceiros veiculados em jornais e revistas de divulgação científica são propostos como subsídio para que os estudantes formulem e aprimorem ideias relativas ao uso e descarte de pilhas e baterias, contaminação por metais pesados, modernização da frota (nacional e mundial) de veículos, com o uso de veículos elétricos, assim como aos desafios impostos pela limitação das baterias disponíveis atualmente.	57
	EM13CNT306	Ao longo do capítulo é discutido o descarte apropriado de pilhas e baterias, que possuem metais pesados, bem como as possíveis consequências à saúde humana do acúmulo na cadeia alimentar. Também é abordada a temática dos garimpos ilegais que despejam mercúrio no meio ambiente sem controle e regulação, prejudicando comunidades ribeirinhas da Amazônia.	57 e 62
	EM13CNT307	No decurso da abordagem são analisadas as propriedades dos materiais, principalmente no que tange ao potencial-padrão de redução e suas implicações em estruturas arquitetônicas, pilhas, baterias e processos de eletrólises. Também são discutidas alternativas ao ferro e maneiras de aumentar a durabilidade de estruturas arquitetônicas.	62
	EM13CNT308	Os estudantes, neste capítulo, terão a oportunidade de explorar os diferentes tipos de geradores portáteis e suas propriedades, suas aplicações e as consequências de um descarte inadequado.	57
	EM13CNT309	São ponderados os riscos à saúde humana relacionados ao descarte de metais pesados no meio ambiente – metais presentes em pilhas e baterias. Os estudantes poderão analisar o caso de Minamata e a questão dos garimpos ilegais da Amazônia. Atividades de intervenção no ambiente escolar e na sociedade são propostas.	62

MODERNA

Competência específica de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas	Justificativa	Páginas
1. Analisar processos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais nos âmbitos local, regional, nacional e mundial em diferentes tempos, a partir da pluralidade de procedimentos epistemológicos, científicos e tecnológicos, de modo a compreender e posicionar-se criticamente em relação a eles, considerando diferentes pontos de vista e tomando decisões baseadas em argumentos e fontes de natureza científica.	A ciência é coletiva, e o desenvolvimento de novas tecnologias depende do compartilhamento do conhecimento. O processo histórico, social e científico na evolução de conceitos relacionados a geradores elétricos a partir de reações químicas é abordado ao longo do capítulo.	57
3. Analisar e avaliar criticamente as relações de diferentes grupos, povos e sociedades com a natureza (produção, distribuição e consumo) e seus impactos econômicos e socioambientais, com vistas à proposição de alternativas que respeitem e promovam a consciência, a ética socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional, nacional e global.	Discorre-se sobre os impactos ambientais causados pela sociedade com o descarte inapropriado de pilhas e baterias e o garimpo ilegal. Aborda-se, além do episódio de Minamata, o caso brasileiro de comunidades ribeirinhas da Amazônia que estão sendo contaminados por mercúrio.	56 e 57

Conhecimentos prévios para o melhor aproveitamento do conteúdo

O capítulo 2, por meio do conteúdo de eletroquímica, aborda a evolução histórica, social e científica das pilhas e baterias portáteis que utilizamos em nosso cotidiano e as tendências tecnológicas para o futuro dos geradores portáteis.

Para a abordagem dessa temática, dois objetos do conhecimento são necessários para desenvolver as discussões e os conceitos propostos: circuito elétrico e estrutura da matéria. Em relação aos conceitos químicos considerados importantes para a estruturação do conteúdo de eletroquímica, podemos elencar as propriedades dos metais, conceito de metal (neutro) × cátion, transformação química, transformação física e estados da matéria, distribuição dos elétrons no átomo, eletronegatividade, dissociação iônica e atração entre cargas elétricas opostas, concentração em mol/L. Também podemos apontar três habilidades dos anos finais do Ensino Fundamental, necessárias e importantes para a compreensão e o julgamento do conhecimento de eletroquímica:

- **EF08CI02:** Construir circuitos elétricos com pilha/bateria, fios e lâmpada ou outros dispositivos e compará-los a circuitos elétricos residenciais.
- **EF09CI01:** Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica.
- **EF09CI02:** Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas.

Objetivos do capítulo

Este capítulo tem por objetivo relacionar conceitos da eletroquímica com a evolução histórico-científica dos geradores portáteis, bem como seu uso, suas aplicações e seu destino, avaliando consequências ambientais e sociais.

Ao final deste capítulo, espera-se que o estudante seja capaz de:

- Entender o processo histórico de construção dos conhecimentos básicos da eletroquímica.
- Compreender, representar, relacionar e aplicar conceitos relativos à eletroquímica como os de semirreação de oxidação e redução, eletrodo, agente redutor e oxidante, entre outros.
- Entender o funcionamento de um eletrodo-padrão de hidrogênio (EPH) e sua relação com os potenciais-padrão de redução de outras semirreações.
- Calcular o potencial-padrão de uma pilha identificando o agente redutor e o oxidante de acordo com os potenciais-padrão de redução (E^ored).
- Compreender a corrosão e a formação de ferrugem do ponto de vista eletroquímico, reconhecendo seu impacto social, econômico e ambiental, avaliando formas de preveni-la.
- Identificar pilhas e baterias de uso comum, diferenciando suas possibilidades de uso, principais vantagens e desvantagens.
- Avaliar as consequências socioambientais do descarte adequado de pilhas e baterias, relacionando-o com a toxicidade dos metais utilizados na sua produção.
- Diferenciar em pilhas e cubas eletrolíticas o papel dos polos (positivo e negativo).

As pilhas, as baterias, os garimpos ilegais, a contaminação por mercúrio, as discussões da relação ser humano-natureza, os avanços e desafios no uso de energia portátil e de alguns processos industriais que envolvem eletricidade são temas que se relacionam com os conceitos de eletroquímica e podem ser mais bem compreendidos recorrendo a conceitos químicos estudados neste capítulo. Espera-se que, por meio de propostas de ensino contextualizadas, de acordo com os objetivos definidos, os estudantes possam ampliar sua visão de mundo, refletindo criticamente sobre as questões apresentadas ao longo do capítulo e outras que lhes permitam compartilhar alguns dos saberes conquistados neste estudo, relevantes para a melhoria da qualidade de vida de todos, com a comunidade escolar, os familiares e o entorno social.

Sugestões metodológicas

O estabelecimento de relação entre conceitos comuns a diferentes disciplinas, como os que pertencem tanto à Química quanto à Física, deve ser encorajado (se possível, pelos professores de ambas as disciplinas), de forma que

MODERNA

os estudantes percebam a relação entre elas. Como essas disciplinas utilizam diferentes terminologias para definir um mesmo conceito, a relação entre tais terminologias precisa ser discutida. Por exemplo, a convenção adotada pelos físicos quanto ao sentido da corrente elétrica, *i* (como se as partículas que se movimentam pelos fios metálicos tivessem carga positiva), que é oposto ao sentido de movimentação dos elétrons (cuja carga é negativa); chame a atenção para esse fato e explique que a ideia de corrente elétrica foi introduzida nas ciências muito antes da descoberta do elétron, portanto era desconhecido o fato de que a carga que se movimenta em um fio metálico tem natureza negativa.

É evidente a importância de mapear os conhecimentos prévios dos estudantes antes da introdução de novos conceitos. Normalmente, os professores, ao ensinar Eletroquímica, assumem que os estudantes já dominam tópicos como a natureza da corrente elétrica, condutores e diferença de potencial, principalmente se eles já estudaram esses tópicos em Física. Ocorre que, geralmente, os estudantes mostram-se confusos quando se deparam com o movimento de elétrons e o modelo convencional de corrente elétrica, como movimento de cargas em condutores metálicos. O que torna mais grave essa dificuldade é o fato de que vários estudantes não têm uma ideia clara da condução elétrica em eletrólitos.

Para começo de conversa (p. 38)

Nesta seção que inicia o capítulo não se espera que os estudantes compreendam ou reconheçam os conceitos de eletrodo, oxidação, redução, ponte salina e outros abordados pela primeira vez no capítulo. As questões levantadas nessa seção norteiam o início da discussão sobre eletroquímica, promovendo o interesse e a curiosidade acerca da temática. Na primeira pergunta, espera-se que os estudantes respondam considerando a parte externa da pilha, pois essa é a parte que conhecem visualmente e estão acostumados a manusear, como os materiais usados para a produção do invólucro (ferro/alumínio e plástico). Com relação às partes internas de uma pilha, são esperadas concepções alternativas de empacotamento da energia elétrica ou um único material que seria capaz de produzir energia. É provável, ainda, que os estudantes relacionem pilha com o termo "bateria de lítio" e assumam que "se a bateria é de lítio, necessita-se de lítio para construir uma". Adicionalmente, os estudantes podem relacionar a parte positiva e negativa da pilha com um circuito elétrico e/ou com a condutividade de energia, podendo comentar que é necessário um fio interno para ligar os polos positivos e negativos. Em relação à segunda pergunta, muito provavelmente os estudantes responderão que é necessário enviar a um centro de reciclagem, em razão da presença de postos de coleta desses materiais em centros comerciais, ainda que não saibam os motivos. Podem inferir também que é necessário reciclar porque as pilhas e baterias contêm material tóxico, ou para aproveitar o revestimento (que acreditam ser de ferro/alumínio).

Se possível, anote as principais ideias dos estudantes em um canto da lousa e retome-as ao longo da aula.

Aproveite esse momento para levantar as concepções alternativas que os estudantes possam apresentar a respeito do tema e utilize-as para fazer o seu planejamento das aulas.

Das pilhas antigas às atuais (p. 39)

Converse com os estudantes sobre o desenvolvimento da Ciência e como moldamos o nosso comportamento de acordo com as evoluções tecnológicas. Como exemplo, cite os rádios, que antigamente era ligados à tomada e depois passaram a usar pilhas, podendo ser transportados enquanto funcionavam; pode-se falar também do uso da bateria para locomoção de pessoas que dependem de cadeira de rodas. Explique que o processo de construção da Ciência e suas tecnologias é gradual e, conforme os avanços vão ocorrendo, a sociedade modifica sua forma de pensar e seus hábitos.

Evidencie as necessidades atuais, como a utilização de pilhas em controle remoto para não ser necessário se mover até a televisão para aumentar o volume ou mudar de canal e a bateria do celular que cada vez dura mais tempo, pois o aparelho se tornou o principal meio de comunicação entre as pessoas, além de outros aparelhos eletrônicos. Faça-os refletir sobre como era o cotidiano antes de esses itens existirem e ajude-os a perceber como a tecnologia e sua evolução têm nos permitido ter cada vez mais comodidade nas nossas vidas. Discuta com eles as consequências da forte dependência do uso de baterias (em celulares/*notebooks*/*tablets*) e como isso aumenta a produção de lixo eletrônico. Dessa maneira, é possível levar os estudantes a desenvolverem a *competência geral 1* da BNCC.

Interligações (p. 39)

Nessa seção, os estudantes podem desenvolver as *competências gerais 1* e *4* da BNCC. Apresente a eles um pouco da história e dos trabalhos dos cientistas Luigi Galvani e Alessandro Giussepe Volta, relacionando a evolução científica às possibilidades geradas pelos conhecimentos que eles desenvolveram sobre os geradores de eletricidade. Comente que ainda hoje existem questões a serem respondidas a respeito desse tema e que há cientistas que estão trabalhando nisso (você pode exemplificar o uso de carros elétricos que ainda não se tornou popular, em parte por causa do alto custo envolvido na tecnologia desenvolvida e na autonomia da bateria).

Neste tópico, sugerimos realizar trabalho conjunto com o professor de História, para que ele contextualize o momento histórico em que esses cientistas estavam inseridos e os fatos vivenciados pela sociedade à época – buscando esclarecer como os experimentos e as teorias propostas estavam ligados ao contexto sócio-histórico.

Para a abordagem da história da Ciência e a ampliação de conceitos e fatos, sugerimos a leitura dos artigos indicados a seguir, nos quais você encontrará uma discussão mais ampla dos fatos e conceitos abordados à época.

- TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C. O bicentenário da invenção da pilha elétrica. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 11, maio 2000.
- CHAGAS, A. P. Os 200 anos da pilha elétrica. *Química Nova*, São Paulo, v. 23, n. 3, 2000.

MODERNA

ATIVIDADE PRÁTICA (p. 41)

Nessa atividade os estudantes poderão desenvolver a *competência geral 2* da BNCC. Avalie a quantidade de pessoas que formarão cada grupo. Para isso, julgue com base na quantidade de material necessário disponível (principalmente na quantidade de placas de cobre e arruelas de zinco), espaço físico para a disposição dos grupos e o tempo (sugerimos duas aulas seguidas para que a atividade não seja interrompida). É aconselhável que a atividade prática seja realizada com luvas de proteção, para evitar qualquer possível alergia aos materiais manuseados, e que o ambiente esteja bem ventilado, para auxiliar na dispersão de partículas no momento em que é necessário lixar as placas.

Com relação ao material utilizado, sugerimos o uso de fita isolante, que permitirá uma observação um pouco mais tênue da corrente elétrica, e o lixamento adequado das placas de zinco e arruelas, possibilitando a diminuição da resistência elétrica. Dessa forma, poderá ser observado um maior brilho na luz de LED.

Um dos materiais necessários são 6 placas de cobre. Caso não seja possível encontrar essas placas, pode-se substituí-las por pedaços de papel-alumínio (de preferência do tipo mais grosso, como o de embalagens descartáveis).

Organize os grupos para que possam estruturar as pilhas de Volta alterando as concentrações (ainda que qualitativas) da solução aquosa de cloreto de sódio, a quantidade de pilhas (placa de cobre, papel embebido, arruela), e o uso de placas com e sem lixamento. Dessa forma poderá ser abordado como essas variáveis interferem no brilho da luz e no voltímetro (caso o tenha). O esquema apresentado a seguir, para quatro grupos, poderá ser utilizado e adaptado, se necessário.

Grupo	Placas, arruelas e fios lixados?	Quantidade de colheres de sal por 50 mL de água	Quantidade de pilhas em série (placa de cobre, papel embebido, arruela)
1	Sim	2	6
2	Sim	2	3
3	Sim	4	3
4	Não	2	6

Caso decida requisitar aos estudantes a análise das variáveis, certifique-se da possibilidade de comparação como as que seguem:

a) Comparar grupos 1 e 2 para analisar a influência da quantidade de pilhas.

b) Comparar grupos 1 e 4 para analisar a influência do lixamento das placas/arruelas.

c) Comparar grupos 1 e 3 para analisar a influência da quantidade de sal adicionado.

Assim, espera-se que os estudantes relacionem as partes do experimento com sua relação ao funcionamento do LED, fluxo de elétrons gerados e voltagem da pilha construída.

A estrutura montada pelos estudantes são pilhas de zinco/cobre dispostas conforme a imagem a seguir. Nesse experimento, para que haja fluxo de elétrons, o cobre é reduzido e o zinco oxidado. O fluxo de elétrons passa do eletrodo de zinco para o eletrodo de cobre por meio do papel embebido em NaCl(aq), que atua como uma solução eletrolítica.

Espera-se que uma maior quantidade de pilhas em série, como proposto pelo experimento, forneça um maior brilho ao LED (devido à maior voltagem). Não lixar as placas, arruelas e fios aumentará a resistência elétrica, diminuindo o brilho observado. A maior concentração de cloreto de sódio possibilitará uma menor resistência elétrica, ajudando o fluxo elétrico e uma consequente observação do LED.

Outro ponto que merece atenção é com relação ao uso do equipamento multímetro pelos estudantes. Oriente-os sobre como utilizá-lo e os símbolos e siglas comumente utilizados nesse aparelho. Por exemplo, a seção que mede a corrente em pilhas e baterias é indicada pelas siglas VDC, VCC, DCV ou a letra V com duas linhas (uma contínua e outra segmentada) como expoentes $V^{\overline{\overline{\ldots}}}$. O multímetro vem sempre acompanhado de duas ponteiras, uma vermelha utilizada normalmente para o polo positivo e uma preta utilizada para o polo negativo.

Para responder às questões da atividade prática, os estudantes devem saber exatamente quais variáveis observar, o que dialoga com o pilar da abstração do pensamento computacional. Além disso, a montagem do experimento apresenta uma ordem clara de passos. As camadas devem seguir a ordem de sobreposição à placa de cobre presa ao fio de cobre, sempre na ordem: placa de cobre, feltro ou papel absorvente embebido na solução de sal, placa ou arruela de zinco e, novamente, placa de cobre – a montagem termina com uma arruela ou placa de zinco presa a um fio de cobre. Podemos comparar a sequência de passos da montagem a um algoritmo, um dos pilares do pensamento computacional.

As pilhas atuais (p. 43)

Tendo em vista que conceitos envolvidos em processos de oxirredução – Nox, oxidação, redução, agente oxidante, agente redutor, transferência de elétrons – são fundamentais para a compreensão da eletroquímica, pode ser necessário que o professor reforce esses conceitos e proponha perguntas aos estudantes, ao longo das aulas, de modo que esses conceitos se tornem claros. Convém atentar para a questão do balanceamento de cargas elétricas, ao representar semiequações ou equações na forma iônica, pois é comum os estudantes não as indicarem corretamente; isso pode ocorrer por não levarem em conta a carga negativa associada ao e^-, símbolo do elétron, ou por falta de compreensão dessa representação. Da mesma forma, muitas vezes eles não se preocupam com o fato de que um metal não é representado da mesma forma que um íon metálico ou não entendem tal diferença. Ou seja, para muitos estudantes, não é clara a diferença entre uma substância simples como o sódio metálico, Na, ou o íon Na^+, que pode estar presente, por exemplo, em uma solução aquosa, e como constituinte de um composto iônico. Esse é um aspecto que merece muita atenção; esclareça aos estudantes que um composto iônico, na sua forma sólida, como o sal de cozinha, não conduz corrente elétrica pelo fato de os íons não apresentarem mobilidade no retículo cristalino.

MODELO

Mas que uma solução aquosa de NaCl é capaz de conduzir corrente elétrica, pois os íons tem liberdade de movimento.

Para a compreensão da representação esquemática da pilha é necessário que os estudantes já conheçam o conceito de concentração em mol/L. Se necessário, pode-se apresentar esse conceito de forma simplificada.

Concentração em mol/L

Todas as formas de exprimir concentração de uma solução relacionam quantidades de soluto (em massa, em mol etc.) com as de solução (algumas com o solvente). No caso em questão, relaciona-se a quantidade de matéria de soluto (em mol) com o volume da solução, em L.

Mol é a unidade de medida do SI para a quantidade de matéria.

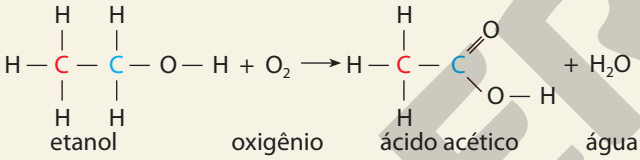
1 mol = $6{,}02 \cdot 10^{23}$ entidades elementares (átomos, moléculas, íons, elétrons, entre outras.)

A concentração em mol/L refere-se à quantidade de matéria (mol) de soluto em 1 litro de solução. Pode-se usar o símbolo [ ] para indicar a concentração de uma espécie química. Por exemplo, $[Zn^{2+}] = 1$ mol/L, refere-se à concentração de íons Zn^{2+} na solução.

Se você julgar necessário, pode-se ampliar o conceito de número de oxidação (Nox) explorado na *Caixa de ferramentas*.

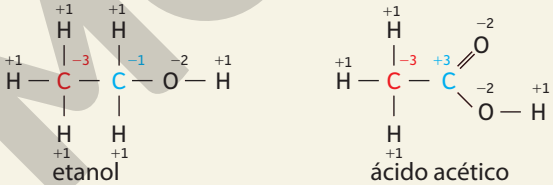
Número de oxidação médio

Em alguns casos, em uma mesma substância, átomos de um mesmo elemento químico podem ter diferentes Nox. A equação a seguir representa uma reação muito comum, que ocorre quando uma bebida alcoólica é deixada exposta ao ambiente. Essa transformação é um exemplo de fermentação acética, processo pelo qual o etanol (C_2H_6O) é transformado em ácido acético (CH_3COOH), constituinte do vinagre, que é conhecido há milhares de anos.



Para encontrar o Nox de cada átomo de carbono no etanol e no ácido acético, seguimos a mesma linha de raciocínio usada nos exemplos anteriores. Cada traço da fórmula representa o compartilhamento de um par de elétrons (ligação covalente). Supondo que essas ligações fossem "rompidas" e o par de elétrons ficasse com o átomo mais eletronegativo, o que teríamos? O átomo de carbono do etanol, representado em vermelho, ligado a três átomos de hidrogênio, que são menos eletronegativos do que ele, tem, portanto, Nox igual a −3. Já o par de elétrons da ligação C — C não altera o valor do Nox do átomo de carbono, pois os dois são do mesmo elemento químico. No caso do átomo de carbono do etanol, representado em azul, como está ligado a um átomo mais eletronegativo (oxigênio) e a dois átomos menos eletronegativos (hidrogênio), terá Nox igual a −1.

Observe nas fórmulas do etanol e do ácido acético a seguir os números de oxidação de cada átomo.



Analisando as duas estruturas anteriores, podemos notar que um dos átomos de carbono – indicado pela cor vermelha – não apresentou alteração no Nox na transformação química, enquanto o outro átomo de carbono – destacado em azul – teve alteração do Nox de −1 para +3.

O Nox médio do carbono para cada substância corresponde à média aritmética dos Nox de todos os átomos de carbono. Assim, para os compostos envolvidos na reação, o Nox médio do carbono seria:

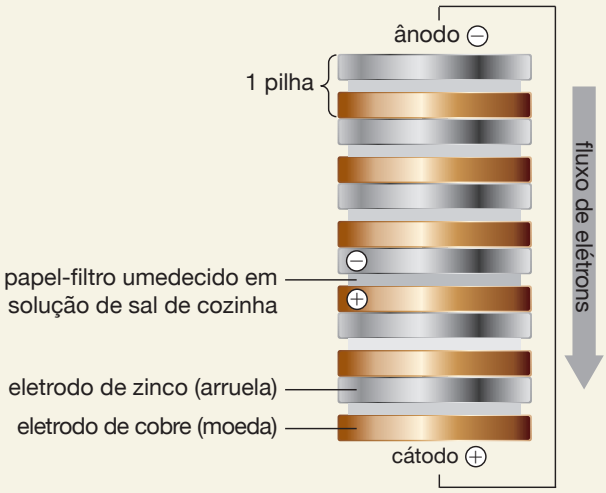
- no etanol: $\frac{(-3)+(-1)}{2} = -2$
- no ácido acético: $\frac{(-3)+(+3)}{2} = 0$

No capítulo, esses conceitos são abordados a partir do exemplo de uma pilha de Daniell. Faça uma conexão com o experimento em que os estudantes construíram uma pilha de Volta. Relacione as duas pilhas, identificando as partes em comum, como eletrodo, polo negativo, polo positivo, fluxo de elétrons, cátodo, ânodo, cátion e ânion. Explique que o sistema construído na **Atividade prática** são várias pilhas sobrepostas em série. Esclareça que cada pilha nesse experimento é formada pela placa de cobre (ou moeda), a arruela de zinco e o papel de filtro embebido com solução aquosa de cloreto de sódio, enquanto uma pilha de Daniell é o conjunto abordado no livro (os dois béqueres com as soluções eletrolíticas, os eletrodos, o circuito externo e a ponte salina). Relacione essas partes entre as duas pilhas e explique

MONITORIA

que elas desempenham a mesma função. No esquema a seguir são representadas as principais partes do experimento, que podem ser relacionadas com os conceitos abordados neste tópico.

ILUSTRAÇÃO: NELSON MATSUDA



Fonte: BOCCHI, N.; FERRACINI, L. C.; BIAGGIO, S. R. Pilhas e baterias: Funcionamento e impacto ambiental. *Química Nova na Escola*, n. 11, maio 2000. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf>.

cátodo	$Cu^{2+}(aq) + 2e^-$	redução →	$Cu^0(s)$
ânodo	$Zn^0(s)$	oxidação →	$Zn^{2+}(aq) + 2e^-$
equação global	$Cu^{2+}(aq) + Zn^0(s)$	⇌	$Cu^0(s) + Zn^{2+}(aq)$

Em termos de diferença entre as pilhas de Volta e Daniell, aponte aos estudantes que a estrutura física das duas pilhas é distinta – uma é construída em recipientes com soluções aquosas e outra com placas metálicas dispostas umas sobre as outras, formando uma pilha (motivo pelo qual Volta a nomeou de pilha). Mostre que não existe uma ponte salina separando as pilhas do experimento e que, portanto, a condução de eletricidade ocorre no papel embebido, gerando um fluxo de elétrons na **parte externa da pilha** do polo negativo (ânodo) para o positivo (cátodo).

Finalize a discussão, explicitando que o funcionamento de uma pilha, em termos gerais, sempre será devido aos processos de oxidação e redução que ocorrem simultaneamente em cada um dos eletrodos e que essas reações, de oxirredução, geram um fluxo de elétrons que podem ser aproveitados (para gerar trabalho elétrico) se direcionados a um circuito externo, como ocorreu no experimento e na abordagem da pilha de Daniell. Aproveite para pontuar que, devido à dependência de uma transferência de elétrons, para que uma espécie química se oxide é necessário que outra se reduza.

Sugestão de atividade complementar

Atividade proposta no artigo "Experimentação no ensino de células galvânicas para o Ensino Médio".

Essa atividade explora a competência EM13CNT301.

No ano de 2017, o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) utilizou um item da prova do Enem para contextualizar o conteúdo de eletroquímica com a invenção do LED azul – que permitiu a construção de lâmpadas energeticamente mais favoráveis.

O artigo "Experimentação no ensino de células galvânicas para o Ensino Médio" propõe um experimento que pode auxiliar a compreensão dos conceitos básicos necessários para resolução desse item da prova do Enem, como células galvânicas, pilhas e baterias e associações em série e/ou em paralelo. Com base em dados da mídia apresentados no artigo, esse item foi considerado um dos mais difíceis do segundo dia de provas – corroborando com os 18,96% do total de candidatos que acertaram o item, de acordo com o Inep.

- DINIZ, B. P. *et al*. Experimentação no ensino de células galvânicas para o Ensino Médio. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 42, n. 1, p. 77-87, fev. 2020. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc42_1/11-EEQ-79-18.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2020.

Atividades

(p. 46)

Muitas descobertas científicas se dão por meio da observação sistemática de fenômenos e experimentos. Na atividade 1, propõe-se uma análise de experimento teórico com base em um esquema em que se encontram os elementos necessários para a criação de uma pilha eletroquímica. Para responder às questões, os estudantes devem reconhecer os elementos e aplicar a teoria do funcionamento de uma pilha desse tipo, que segue um padrão de interação eletroquímica entre os seus componentes. Observar e aplicar essa teoria na resolução do problema pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades relacionadas a um dos pilares do pensamento computacional: o reconhecimento de padrões.

MODERNA

A corrosão: um problema a ser enfrentado (p. 51)

É bem provável que os estudantes tenham conhecimentos prévios relacionados à ferrugem, seja porque presenciaram ou porque ouviram falar. Comece a abordagem do tema discutindo em sala o que eles sabem, onde viram ocorrer essa ferrugem e quais são as causas que eles acreditam propiciar essa ocorrência. Peça-lhes que façam uma lista com as principais ideias apontadas. A lista será revista ao final da abordagem do conteúdo para que seja analisada entre todos.

Algumas das perguntas que podem ser feitas para iniciar a discussão são: Você já ouviu falar no termo "ferrugem"? O que você acredita que seja? Onde você observou que aconteceu a ferrugem? Como era? Explique um pouco o aspecto. Tinha odor? Qual textura tinha? De qual cor era? Onde você observou que ocorreu a ferrugem o material continuou o mesmo? O que mudou? Alguma coisa foi feita para tirar essa "ferrugem"? O quê?

Ao responderem, espera-se que os estudantes apresentem as concepções prévias relacionadas à sua vivência social. Aproveite o momento para apontar as concepções que mais aparecem e utilize-as ao longo da conceituação química. É importante buscar identificar a ocorrência de concepções alternativas e discuti-las com mais cuidado.

ATIVIDADE PRÁTICA (p. 52)

Esta atividade prática poderá ser feita em casa ou em sala de aula, de acordo com o tempo disponível. Nela, os estudantes poderão desenvolver as *competências gerais 2* e *4* da BNCC. Instrua os estudantes a identificar os frascos, usando caneta própria ou adesivo, e fazer anotações dos aspectos do material observado. Oriente-os a estruturar a análise definindo o que será observado. Essa lista de observações pode ser construída entre todos, porém sugerimos que não deixe de ser observado: (a) cor do líquido; (b) cor do prego; (c) brilho do prego; (d) alterações visíveis e não esperadas. Os dados deverão ser sistematizados em tabela, de forma que os estudantes possam ter método de análises qualitativo para fazer comparações e inferências do observado com o conteúdo químico que poderá ser abordado, contribuindo com o desenvolvimento da *competência geral 4*.

O ambiente criado em cada frasco é dado a seguir:

- **Frasco 1**: água + prego. Espera-se que se observe o enferrujamento do prego (oxidação do ferro).
- **Frasco 2**: água + prego + sal de cozinha. Espera-se que se observe o enferrujamento do prego (oxidação do ferro) em tempo menor quando comparado ao frasco 1, em razão da presença de íons na solução que facilitam o movimento de elétrons.
- **Frasco 3**: agente desidratante + prego. Não é esperado que se observe o enferrujamento do prego (oxidação do ferro), porque o agente desidratante diminuirá a umidade relativa do ar dentro do frasco, diminuindo a presença de água e a consequente oxidação do ferro. Caso ocorra o enferrujamento, poderá significar que o desidratante já está hidratado, ou seja, já atingiu o seu máximo de absorção da umidade do ar.
- **Frasco 4**: óleo + prego. Não é esperado que se observe o enferrujamento do prego (oxidação do ferro), porque, estando o prego submerso em óleo, não haverá contato direto com gás oxigênio ou água.

A oxidação do ferro, popularmente conhecida como ferrugem, é um processo de oxirredução que envolve a oxidação desse metal e a redução do gás oxigênio presente na água e no ar. A ferrugem, pó avermelhado, é óxido de ferro(III), produto do processo de oxirredução, e a superfície do prego funciona tanto como cátodo quanto como ânodo, e, que ocorre o depósito de ferrugem no cátodo e corrosão no ânodo. As equações de oxidação e redução relacionadas aos experimentos são dadas a seguir:

cátodo: $O_2(g) + 2\,H_2O(l) + 4\,e^- \rightarrow 4\,OH^-(aq)$

$O_2(g) + 4\,H^+(aq) + 4\,e^- \rightarrow 2\,H_2O(l)$

ânodo: $2\,Fe(s) \rightarrow 2\,Fe^{2+}(aq) + 4\,e^-$

A maneira como a dinâmica ocorre é representada pela ilustração a seguir.

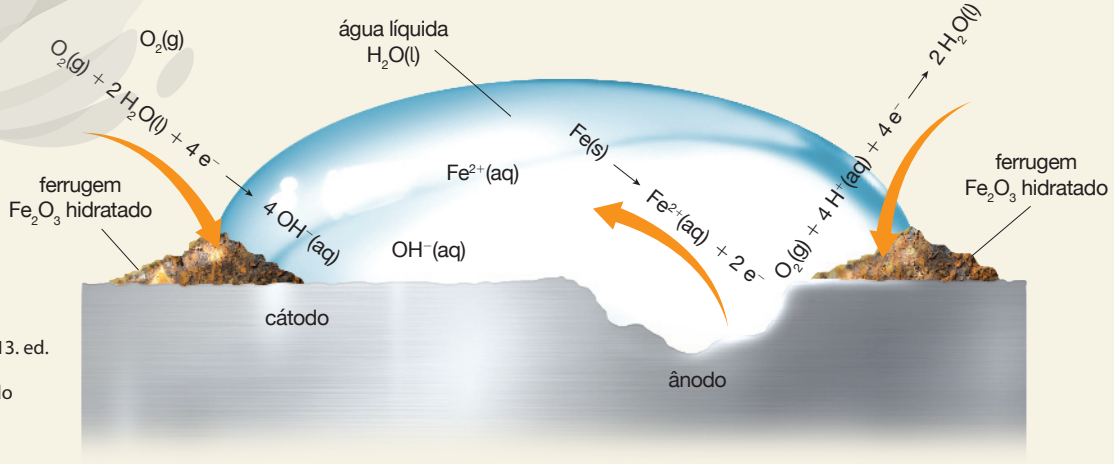


ILUSTRAÇÃO: NELSON MATSUDA

Fonte: BROWN, T. L. *et al*. *Química*: a ciência central. 13. ed. Trad. Eloiza Lopes *et al*. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

A ferrugem, tal como a conhecemos, é um depósito de óxido de ferro(III) decorrente da reação entre íons $Fe^{2+}(aq)$ e $OH^-(aq)$. Observe que a presença de gás oxigênio e água líquida é importante para que as duas reações ocorram. Por isso, espera-se observar a ferrugem nos frascos 1 e 2.

Evitando a ferrugem (p. 53)

Após a discussão sobre os conceitos químicos envolvidos no que popularmente conhecemos como ferrugem, peça aos estudantes que refaçam as mesmas perguntas sugeridas para o trabalho com o tópico corrosão e proponha as seguintes:

- Explique de forma breve, utilizando conceitos químicos abordados anteriormente, o que é uma ferrugem.
- Explique, com suas palavras, o que você acreditava que era ferrugem e o que, depois da aula, você percebeu que estava incorreto considerando os conceitos químicos.

Pilhas e baterias em nosso cotidiano (p. 54)

Antes de iniciar a leitura conjunta do infográfico com os estudantes, pergunte a eles por que as pilhas estudadas anteriormente não são utilizadas no dia a dia como geradores de energia portáteis. Complemente as respostas dos estudantes, se necessário, informando-os que elas são pouco práticas, pois contêm soluções eletrolíticas. Outro ponto que também contribui é a alta resistência elétrica, que não é adequada ao uso comercial.

Se julgar pertinente, pode-se ampliar as informações do infográfico indicando as reações químicas que ocorrem em pilhas e baterias:

- **Pilhas secas comuns**

Nessas pilhas, a parede de zinco funciona como ânodo:

⊖ **ânodo:** $Zn^0(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2\,e^-$

⊕ **cátodo:** no cátodo ocorre a **redução do MnO_2** pela recepção de elétrons.

Na realidade, a pilha não é totalmente seca, e nela ocorrem várias reações químicas complexas. Uma das semirreações que ocorrem no cátodo é assim representada:

$2\,NH_4^+(g) + 2e^- \rightarrow 2\,NH_3(g) + H_2(g)$

Quando os gases H_2 e NH_3 ficam armazenados ao redor do cátodo, podem impedir que os íons fluam no interior da pilha, fazendo com que a corrente diminua. Isso acontece porque os gases são maus condutores de eletricidade e, em consequência, acabam aumentando a resistência elétrica interna. Esse é um problema frequente, já que a absorção gasosa é lenta.

Quando as bolhas gasosas formadas junto do eletrodo central são desfeitas, os íons podem migrar, isto é, a corrente volta a circular, permitindo que as reações ocorram.

- **Pilha alcalina**

⊖ **ânodo:** $Zn^0(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2\,e^-$

⊕ **cátodo:** $2\,MnO_2(s) + H_2O(l) + 2\,e^- \rightarrow Mn_2O_3(s) + 2\,OH^-(aq)$

- **Pilha de mercúrio**

⊖ **ânodo:** $Zn^0(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2\,e^-$

⊕ **cátodo:** $HgO(s) + H_2O(l) + 2\,e^- \rightarrow Hg(l) + 2\,OH^-(aq)$

- **Bateria de chumbo**

Em cada uma das "pilhas", temos:

⊕ **cátodo:** $PbO_2(s) + 4\,H^+(aq) + 2\,e^- \rightarrow Pb^{2+}(aq) + 2\,H_2O(l)$

⊖ **ânodo:** $Pb^0(s) \rightarrow Pb^{2+}(aq) + 2\,e^-$

Durante a descarga da bateria, há consumo de ácido sulfúrico. Os íons provenientes do H_2SO_4 permitem o recobrimento das placas de chumbo por $PbSO_4(s)$, um composto com baixíssima solubilidade em água formado na reação de precipitação entre os íons Pb^{2+} e SO_4^{2-}.

$$Pb^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow PbSO_4(s)$$

Para gerar energia elétrica (descarga da bateria), ocorre a transformação:

energia química → energia elétrica

Em condições normais de bom funcionamento, à medida que o carro se movimenta, a bateria é recarregada, isto é, ela passa a atuar como receptor, invertendo o processo da descarga:

energia elétrica → energia química

- **Bateria de níquel-cádmio**

⊖ **ânodo:** $Cd^0(s) + 2\,OH^-(aq) \rightarrow Cd(OH)_2(s) + 2\,e^-$

⊕ **cátodo:** $NiO(OH)(s) + H_2O(l) + e^- \rightarrow Ni(OH)_2(s) + OH^-(aq)$

Observe a variação do Nox do níquel:

reagente: $Ni^{3+}O(OH)$ → produto: $Ni^{2+}(OH)_2$

Atividade complementar: Pesquisa – O meu bairro/familiares reciclam pilhas e baterias?

A atividade a seguir explora as habilidades EM13CNT104, EM13CNT206, EM13CNT301, EM13CNT302 e EM13CNT307, além de uma habilidade de Matemática e suas Tecnologias, EM13MAT202: Planejar e executar pesquisa amostral sobre questões relevantes, usando dados coletados diretamente ou em diferentes fontes, e comunicar os resultados por meio de relatório contendo gráficos e interpretação das medidas de tendência central e das medidas de dispersão (amplitude e desvio padrão), utilizando ou não recursos tecnológicos. Para contemplar esta habilidade, sugere-se a participação do professor de Matemática – principalmente no que tange à consolidação de dados e interpretação das medidas de tendência central e dispersão.

Não estamos acostumados a nos preocupar com a reciclagem e o retorno adequado de pilhas e baterias, seja pela falta de orientação, seja por falta conhecimento relacionado ao assunto. Nessa atividade complementar, a proposta é que os estudantes identifiquem em seu entorno social (vizinhos, familiares, amigos do bairro/prédio etc.) qual é o diagnóstico em relação à reciclagem de pilhas e baterias, com posterior comunicação aos sujeitos dessa pesquisa local dos resultados encontrados e possíveis orientações socioeducativas.

Metodologia: em sala, explique aos estudantes que será realizado um trabalho individual – por ser no ambiente social de cada um – cujo tema principal será a reciclagem de pilhas e baterias e como o nosso entorno social e familiar reconhece a importância da reciclagem e se nele se costuma reciclar materiais. Esclareça as três principais etapas envolvidas: (a) definição das perguntas de pesquisa; (b) levantamento de hipóteses; (c) elaboração do questionário e coleta de dados; (d) análise de dados e discussão; (e) conclusões e propostas.

Defina, com os estudantes, as perguntas da pesquisa. Explique que elas serão norteadoras do trabalho e todo o desenvolvimento será realizado com o propósito de respondê-las. Algumas perguntas possíveis: O meu entorno social e familiar sabe que pilhas e baterias devem ser encaminhadas para a reciclagem? O meu entorno social e familiar possui boas práticas de reciclagem de pilhas e baterias? Qual é o nível de conhecimento do meu entorno em relação à periculosidade desses materiais caso sejam descartados de maneira inadequada?

EM MODELINA

Indica-se que todos tenham as mesmas perguntas de pesquisa – ainda que isso não seja obrigatório. Essa convergência permitirá comparar diferentes entornos e propor medidas unificadas para a resolução do trabalho.

Depois de definirem as perguntas de pesquisa (a quantidade dependerá do grau de aprofundamento desejado, do tempo disponível e da discussão em sala de aula do tópico anterior), peça aos estudantes que desenvolvam um parágrafo para cada pergunta com as hipóteses individuais. Neste momento, deverão apontar quais são os resultados que eles acreditam obter segundo a realidade do seu entorno social.

Pergunte aos estudantes quais perguntas poderão ser feitas aos sujeitos da pesquisa. Lembre-os de que as perguntas serão feitas por meio de questionário *off-line* ou *on-line*, como preferirem. Sugerimos que o façam *on-line*. Há diversas ferramentas gratuitas que possibilitam consolidar os dados de maneira ágil. Utilizando uma dessas ferramentas, os estudantes poderão compartilhar com grupos de trocas de mensagem de familiares de maneira mais rápida.

Uma vez elaborado o questionário, os estudantes deverão decidir se o aplicarão de forma *on-line* ou *off-line* (podendo para isso avaliar a disponibilidade de equipamentos em casa ou no laboratório de informática da escola).

Depois que os questionários forem respondidos (defina um mínimo de respondentes – indicamos no mínimo 15 pessoas), peça aos estudantes que criem gráficos e tabelas com os dados obtidos e discorram sobre os números obtidos. Sugerimos que os gráficos e o texto sejam feitos em casa e revisados em aula para otimizar o tempo.

Após a apresentação dos resultados e das discussões, oriente os estudantes a voltar à pergunta de pesquisa para analisar se foi possível respondê-la. Peça-lhes que elaborem um texto em forma de conclusão com essas percepções e que, se necessário, proponham medidas e ideias para que o seu entorno social considere a reciclagem de pilhas e baterias como uma boa prática.

Avaliação: recomenda-se avaliar o conjunto das habilidades desenvolvidas e não somente o resultado. Avalie o empenho do estudante, a busca por novas fontes de informações, o envolvimento e a discussão em sala de aula, a qualidade do conteúdo final apresentado e o aprofundamento da análise feita. Valorize ideias trazidas e agregadas durante o planejamento e encerramento da atividade.

Opção 1: o trabalho pode ser entregue por meio de relatório (e corrigido individualmente) ou ser apresentado ao ambiente escolar por meio de cartazes. Caso opte pelo relatório, sugerimos que a avaliação seja pautada na construção do todo, desde a elaboração das perguntas de pesquisa até as propostas apresentadas, passando pela coleta e consolidação dos dados, discussão dos resultados e conclusões obtidas.

Opção 2: em conjunto, os estudantes podem apresentar um trabalho final por meio de cartazes. Para isso sugerimos um resumo com os seguintes tópicos: introdução (abordando o que motivou a pesquisa, a situação atual do descarte de pilhas e baterias, abordagem científica relacionada ao descarte etc.), metodologia (criação do questionário, forma de coleta de dados etc.) e resultados e discussões (resultados obtidos, breve análise dos dados e propostas a partir do observado). Esses cartazes podem ser compartilhados com a comunidade escolar.

Opção 3: de maneira mais ampla, a avaliação pode ser baseada em projetos desenvolvidos com base no estudo realizado. Por exemplo, pode-se criar uma campanha destinada ao ambiente familiar e comunidade escolar tratando a temática do descarte de pilhas e baterias. Pode-se também pensar na criação de um ponto de coleta na escola, ficando os estudantes responsáveis pelo destino das pilhas e baterias.

Interligações (p. 56)

A seção **Interligações – Os perigosos íons de metais pesados** proporciona o desenvolvimento das *competências gerais 4, 5* e *7* e da *competência 1* da área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas da BNCC, pois aborda impactos socioambientais causados pelo garimpo.

Os íons de metais pesados, quando ingeridos, são absorvidos e não são metabolizados pelo nosso organismo, o que implica um acúmulo gradual. Esses metais também vão se acumulando em plantas e pequenos animais até chegar aos animais que figuram em uma posição superior na cadeia alimentar (humanos, onças-pintadas, carcarás etc.). Essa bioacumulação pode ser verificada nos dados da ilustração presente nessa seção. Se julgar necessário, discuta sobre os desafios de se realizar pesquisas complexas como a que foi realizada para a obtenção desses dados, que apesar de antigos, evidenciam a bioacumulação.

Para desenvolver as atividades propostas, é interessante a participação do professor de Biologia, que poderá contribuir na discussão sobre como esses metais se acumulam biologicamente, as possíveis implicações à saúde e como isso está relacionando com a cadeia alimentar.

Explique aos estudantes que, por estar a Ciência sempre em construção, em consequência da tragédia de Minamata, percebida em meados da década de 1950, no ano de 2013 140 países participaram da construção do documento "Convenção de Minamata sobre Mercúrio", que visa à proteção da saúde e do ambiente das emissões de mercúrio geradas por atividades humanas. Essa convenção serviu de base para o decreto nº 9.470 de 14 de agosto de 2018. Com a participação do professor de Geografia o trabalho poderá ser ampliado tendo em vista a organização dos países para tratar assuntos de interesse comum – como a contaminação por mercúrio.

No que se refere à situação brasileira, podemos elencar não somente a situação dos garimpos ilegais, como também estudos que apontam que ribeirinhos têm apresentado níveis de mercúrio no organismo acima do recomendado. Para essa abordagem, além da contribuição realizada pelo professor de Biologia, pode-se convidar o professor de Geografia para comentar temas como matriz energética brasileira, garimpos ilegais e causas ambientais. O professor de Sociologia pode desenvolver temas relacionados à comunidade ribeirinha e seu estilo de vida.

Sugestão de atividade complementar: vídeo

Vídeo produzido por ocasião da Convenção de Minamata, na qual se firmou um tratado global visando à preservação da saúde humana e do ambiente dos efeitos causados pelo mercúrio. O vídeo tem duração de 1 min 50s e está disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=gXxXv2KOE5Y>. Acesso em: 10 abr. 2021.

Comunicando ideias (p. 57)

Antes de iniciar a pesquisa, proponha aos estudantes que dividam as tarefas e estabeleçam metas. Oriente os estudantes a avaliar a veracidade e a confiabilidade das informações pesquisadas na internet, verificando a procedência dos *sites* consultados, a distinção sobre opinião e informação, a importância de se conhecer a fonte de dados estatísticos, entre outros fatores. Essa atividade pode ser realizada com o professor de Língua Portuguesa, para o desenvolvimento da *competência geral 5* da BNCC. Lembre-os de que, como o produto é um infográfico, eles devem incluir em sua pesquisa imagens e formas de representar as informações de modo mais dinâmico e interessante. Na produção desse material, os estudantes podem desenvolver as *competências gerais 4* e *7*. Ela também permite o desenvolvimento da *competência geral 5*, caso os estudantes decidam apresentar o infográfico em formato digital. Ao final, podem organizar uma exposição com os infográficos ou promover um concurso, com categorias diferentes, como informações mais completas, fatos mais curiosos e melhor visual. Dessa forma, é possível ressaltar diferentes pontos positivos nas diversas produções.

Eletrólise (p. 58)

Utilize os exemplos abordados no **Livro do Estudante** para evidenciar, a partir dos potenciais-padrão de redução, que as reações de oxirredução apresentadas não são espontâneas e que, portanto, no processo de eletrólise é necessário fornecer energia ao sistema submetido à eletrólise para forçar o fluxo de elétrons. Os exemplos apontados são:

a) **Eletrólise do composto iônico cloreto de níquel(II), $NiCl_2$, em solução aquosa**. O potencial-padrão de redução dos íons de níquel(II), $Ni^{2+}(aq)$, Ni^0 é de $-0{,}23$ V, e o potencial-padrão de redução de Cl_2, $Cl^-(aq)$, é de $+1{,}36$ V. Considerando os valores apresentados, pode-se estimar que os íons cloreto iriam reduzir-se, enquanto os íons de níquel(II) iriam oxidar-se. Como os íons cloreto já apresentam Nox $= -1$, não poderão reduzir-se, assim como os íons Ni^{2+} não poderão oxidar-se (Nox $= +2$). Porém, por se tratar de uma eletrólise, o fluxo de elétrons é gerado por uma diferença de potencial elétrico estabelecido pelo gerador (fonte externa), o oposto acontece: íons cloreto oxidam e íons de níquel(II) reduzem.

b) **Eletrólise ígnea do cloreto de sódio**. O potencial-padrão de redução dos íons sódio, $Na^+(aq)$, é de $-2{,}71$ V e, o potencial-padrão de redução dos íons cloreto, $Cl^-(aq)$, é de $+1{,}36$ V. Considerando os valores apresentados, poderíamos supor que os íons cloreto iriam se reduzir e os íons de Na+ iriam se oxidar, o que é impossível. Como os íons cloreto já estão com o Nox $= -1$, não poderão reduzir, assim como os íons de sódio não poderão oxidar (Nox $= +1$). Porém, por se tratar de uma eletrólise, o fluxo de elétrons é gerado por uma diferença de potencial elétrico estabelecido pelo gerador (fonte externa), o oposto acontece: íons cloreto oxidam e íons sódio reduzem.

Aponte que, mesmo que os processos sejam forçados, os conceitos de cátodo, ânodo, cátion, ânion, fluxo de elétrons pelos fios externos ao processo químico, oxidação, redução e fluxo de cargas elétricas não mudam. Já as cargas dos eletrodos, o fluxo de elétrons na parte externa do circuito e o movimento dos íons no interior dos sistemas químicos se alteram.

Interligações (p. 60)

As contribuições do cientista Faraday também são estendidas ao campo da Física, podendo o professor da área participar das discussões históricas envolvendo Faraday. Neste tópico de interligações pretende-se abordar a história do cientista, suas contribuições e a relação cronológica com os demais autores apresentados ao longo do capítulo.

Uma abordagem histórica científica mais aprofundada pode ser encontrada no artigo indicado a seguir, que poderá ser trabalhado em conjunto com o professor de Física.

- DIAS, V. S.; MARTINS, R. A. Michael Faraday: o caminho da livraria à descoberta da indução eletromagnética. *Ciência & Educação*. v. 10, n. 3, p. 517-530, 2004.

Atividades (p. 61)

Há tabelas periódicas interativas que fornecem informações, como ano da descoberta, a quem é creditado(a) a descoberta e a história envolvendo o elemento químico. Indicamos as disponíveis nos *sites* a seguir:
<https://www.ptable.com/?lang=pt>;
<https://academia.cienciaviva.pt/recursos/recurso.php?id_recurso=295>. Acessos em: 10 abr. 2021.
Outro material de apoio para a formulação da tabela é a seção "Elemento químico" dos artigos da da revista *Química Nova na Escola* que traz diversas informações sobre diferentes elementos químicos.

Avaliação

Como forma de fechamento, pode-se sugerir a elaboração de uma reportagem para um jornal, seja o da escola, do bairro, da região ou do município (isso dependerá do tamanho da cidade, da facilidade de se contatar os jornais locais e da abertura dada por estes). A ideia da avaliação é comunicar à sociedade contextos abordados no capítulo (os estudantes podem decidir) de forma acessível, porém utilizando conceitos químicos. Para essa atividade, o professor de Língua Portuguesa poderá ajudar com a abordagem textual e a estrutura do texto jornalístico que deverá ser criado pelos estudantes.

Informe aos estudantes que eles terão que redigir um texto jornalístico acerca de qualquer temática/contexto abordado no capítulo. Você poderá sugerir alguns tópicos, como:

- Descarte de pilhas e baterias: por que devo me preocupar com isso?
- De onde vem a energia de uma pilha ou de uma bateria?
- Mercúrio, um metal perigoso e silencioso.
- Corrente elétrica, origens e desenvolvimento científico.
- Acabou a bateria! Desafios de uma sociedade cada vez mais conectada.

Lembre-se de que se trata de sugestões. Os estudantes poderão aperfeiçoá-las ou propor outras abordagens. Informe que o texto deverá ter entre uma e duas páginas e conter

MODERNA

imagens/ilustrações que deverão ser referências (dando créditos ao autor). Você poderá indicar algumas das referências apresentadas a seguir, em *Bibliografia complementar*. Deixe claro que o texto deverá ter uma abordagem de conceitos químicos de maneira simplificada sem perder a validade do conceito, quer dizer, comunicar para a comunidade de maneira simples, porém correta.

Corrija os textos e escolha os três melhores para que os estudantes elejam qual deverá ser publicado pelo jornal local. Após a eleição, peça ajuda do professor de Língua Portuguesa para certificar-se de que não há erros gramaticais e de concordância. Observação: caso haja tempo, pode-se pedir aos estudantes que revisem os textos corrigidos, melhorando a redação e a abordagem conforme orientações.

Se julgar pertinente, entre em contato com o jornal e proponha a publicação. Caso isso não seja possível, uma alternativa é vincular o texto aos demais estudantes da escola.

A avaliação deverá considerar a criatividade na escolha da temática, o uso dos conceitos químicos, a contextualização dada, a coerência e coesão do texto e a evolução do estudante ao longo das discussões.

Bibliografia complementar

- ARCHANJO, M.; LUCENA, E. *Papa-pilhas*: gestão e educação ambiental escolar em Ilhéus. Ilhéus: Editus, 2018.

  Apresenta o projeto Papa Pilhas, desenvolvido no Instituto Gênesis de Educação (IGE), localizado no bairro Teotônio Vilela, em Ilhéus, para orientar professores e estudantes sobre a destinação correta de pilhas e baterias.

- BOCCHI, N. *et al*. Prêmio Nobel de Química de 2019: Láurea pelo desenvolvimento das baterias de íons lítio. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 41, n. 4, p. 320-326, nov. 2019.

  Artigo da *Química Nova na Escola* apresenta a bibliografia dos cientistas John B. Goodenough, M. Stanley Whittingham e Akira Yoshino (vencedores do Prêmio Nobel de Química de 2019) e disserta sobre o funcionamento e a evolução histórico-tecnológica das baterias de íon lítio – objeto de pesquisa dos cientistas laureados.

- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Em trabalho de reinauguração da ponte, relatório do IPT aponta que revestimento do aço pode durar até 25 anos. Disponível em: <https://www.ipt.br/noticia/1586-ponte_hercilio_luz.htm>. Acesso em: 3 jun. 2020.

  Inaugurada em 1926, a Ponte Hercílio Luz – cartão-postal da cidade de Florianópolis (SC) – esteve fechada por 28 anos em razão de rachaduras e corrosão generalizada. No final de dezembro de 2019, a ponte foi reinaugurada e um estudo, conduzido pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, mostrou que a estrutura de aço galvanizado da ponte poderá resistir por 25 anos à corrosão provocada pela atmosfera marítima a que está exposta.

- MERÇON, F.; GUIMARÃES, P. I. C.; MAINIER, B. Sistemas experimentais para o estudo da corrosão em metais. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 33, n. 1, fev. 2011. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33_1/08-EEQ6810.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2020.

  Em sala de aula, a corrosão é um tema que proporciona a correlação entre conceitos químicos e suas implicações tecnológicas, sociais e ambientais. Nesse artigo, são apresentados sistemas experimentais para o estudo da corrosão em metais. Esses sistemas empregam materiais simples e de baixo custo, não demandando um laboratório para sua utilização.

- PALMA, M. H. C.; TIERA, Vera A. de O. Oxidação de metais. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 18, nov. 2003. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc18/A12.PDF>. Acesso em: 15 jul. 2020.

  As autoras descrevem um experimento simples, realizado com material de fácil aquisição, usado para ilustrar o fenômeno da oxidação dos metais. Com os materiais são produzidos quadros que permitem discutir a reatividade, bem como os conceitos de oxirredução do ferro, do cobre e de outros metais.

- PROCERGS. Conheça o procedimento correto para descarte de pilhas e baterias. Disponível em: <https://www.youtube.com/embed/5oxU5egC08A>. Acesso em: 3 jun. 2020.

  A reportagem educativa elaborada pelo Centro de Tecnologia da Informação e Comunicação do Estado do Rio Grande do Sul (Procergs), direcionada a seus funcionários e ao público geral, abordando um projeto interno de coleta e descarte de baterias. A videorreportagem aborda a maneira correta de descarte de pilhas e baterias, explicando o processo envolvido na recuperação dos materiais que as compõem e os impactos socioambientais do descarte inadequado. O vídeo, de 4 minutos e 22 segundos, tem animações e entrevistas com profissionais.

- SOUZA, E. T. *et al*. Corrosão de metais por produtos de limpeza. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 26, nov. 2007. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc26/v26a12.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2020.

  Com materiais caseiros e de baixo custo, desenvolveu-se um experimento simples para avaliar a corrosão de metais por produtos de limpeza.

- TICIANELLI, E. A.; GONZALES, E. R. *Eletroquímica*: princípios e aplicações. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

  O livro, de cunho acadêmico, aborda conceitos básicos e avançados da eletroquímica. Os capítulos iniciais apresentam os conceitos básicos de eletroquímica e termodinâmica eletroquímica, de potencial químico e eletroquímico, condutância eletrolítica e teoria dos eletrólitos. Nos dois últimos capítulos aborda-se a conversão eletroquímica de energia, de grande importância hoje, quando são necessários métodos mais eficientes de produção de energia sem que haja degradação ambiental, e ainda a utilização dos sistemas eletroquímicos em processos industriais.

- WARTHA, E. J. *et al*. A maresia no ensino de Química. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 26, nov. 2007. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc26/v26a05.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2020.

  Descrição de uma atividade simples que permitirá aos estudantes compreender a corrosão de metais em regiões litorâneas afetadas pela maresia.

- ZANONI, M. V. B. *et al*. Panorama da eletroquímica e eletroanalítica no Brasil. *Química Nova*, São Paulo, v. 40, n. 6, p. 663-669, 2019.

  Esse artigo apresenta um estudo da arte relacionado às pesquisas e à produção científica brasileira no campo da eletroquímica e eletroanalítica. Os autores consolidaram trabalhos publicados por cientistas brasileiros em congressos, eventos e revistas da área, mapeando as temáticas que têm

EM MODERNA

sido desenvolvidas. Cabe ressaltar a discussão referente à dificuldade em convergir os conhecimentos científicos abordados em escala de laboratório para a indústria.

Resoluções

Interligações (p. 40)

1. Estudos no campo do sistema nervoso propostos por Luigi Galvani levaram-no a realizar experimentos, a partir da década de 1770, que estavam relacionados à eletricidade; especificamente estudos com músculos recém-retirados de rã.
2. Galvani percebeu que passava eletricidade entre os músculos recém-retirados de uma rã e placas de metais. Ele tentava explicar se a eletricidade vinha dos músculos ou dos metais e acabou inferindo que viria dos músculos, chamando-a então de eletricidade animal. Volta, por sua vez, considerou que a eletricidade vinha dos metais e que só existia um tipo de eletricidade, independentemente da origem.
3. O corpo humano contém íons, positivos e negativos, como Na^+, K^+, Cl^-, $HClO^{3-}$, além de muita água. Ou seja, nosso organismo é repleto de condutores eletrolíticos que explicam por que somos condutores de eletricidade. Aliás, a passagem de corrente elétrica por nosso organismo, dependendo de sua intensidade, pode até mesmo nos matar, risco que corremos quando somos submetidos a uma tensão elétrica elevada.
4. Não, conduzir corrente elétrica é servir de meio para que o fluxo de elétrons passe, enquanto gerar corrente elétrica é transforma energia (seja ela térmica, cinética, nuclear ou química) em corrente elétrica.
5. Resposta pessoal. O inglês John Frederic Daniell (1790-1845), usando uma placa de cobre imersa em uma solução de sulfato de cobre conectada a uma placa de zinco imersa em uma solução de sulfato de zinco, obteve, em 1836, um sistema conhecido como pilha de Daniell. A Ciência é coletiva, o que implica que avanços e descobertas são sempre aperfeiçoados por outros cientistas. Isso dinamiza a Ciência, acelera o desenvolvimento e possibilita que o conhecimento seja de domínio público.

ATIVIDADE PRÁTICA (p. 41)

1. Espera-se que os estudantes observem que a lampada de LED acende (ou que o aparelho eletrônico liga). Caso isso não ocorra, pode-se discutir a necessidade de adicionar mais camadas à pilha. Os estudantes devem inferir que ocorre passagem de corrente pelo sistema.
2. Espera-se que os estudantes observem que o funcionamento não se mantém, pois a capacidade de geração de corrente da pilha se esgota rapidamente. Pode-se aproveitar a oportunidade para discutir a formação de óxidos nas placas à medida que a pilha funciona, com o consequente aumento da resistência interna da pilha: isso favorece o esgotamento em tempo relativamente curto.
3. Espera-se que os estudantes discutam a necessidade da manutenção de uma solução iônica entre os dois eletrodos.
4. Não. As reações de oxirredução e a consequente geração de corrente elétrica que passa pelo circuito externo (acendendo o LED) ocorrem em razão da diferença entre o potencial-padrão de redução do zinco e o do cobre. Caso as placas fossem do mesmo material, os potenciais-padrão de redução seriam os mesmos, não havendo reações oxirredução e, portanto, não haveria corrente elétrica e o LED não seria aceso.
5. Resposta pessoal. O valor observado de diferença de potencial para um conjunto dependerá de uma série de fatores, como os materiais utilizados (desgaste, lixamento etc.), a temperatura do ambiente, a pressão atmosférica e o isolamento dos fios. Porém, um conjunto (placa de cobre, papel embebido e arruela) funciona como uma pilha e todos os conjuntos uns sobre os outros funcionam como uma bateria. Espera-se que a diferença de potencial observada, para o todo apresente um valor aproximado ao número de conjuntos multiplicado pelo valor observado para uma pilha. Esse número, de proporção, não será exato, pois dependerá de características como concentração de cada papel embebido, qualidade de cada placa de cobre e arruela usadas e da resistência elétrica ao longo do empilhamento – que não são as mesmas para todos os conjuntos.
6. Espera-se que a diferença de potencial observada para o todo apresente um valor aproximado ao número de conjuntos multiplicado pelo valor observado para uma pilha. Pelo fato de o sistema montado ser uma bateria, que são pilhas conectadas em série, quanto menos pilhas (ou conjuntos) utilizarmos, menor será a diferença de potencial medido observado.

Atividades (p. 46)

1. a) Do eletrodo de alumínio para o de cobre.
   b) No eletrodo de cobre. Como o enunciado nos diz que o alumínio é oxidado, consequentemente o cobre é reduzido.
   c) $Cu^{2+}(aq) + 2\ e^- \xrightarrow{\text{oxidação}} Cu^0(s)$
   $Al^0(s) \xrightarrow{\text{redução}} Al^{3+}(aq) + 3\ e^-$
   d) $3\ Cu^{2+}(aq) + 2\ Al^0(s) \rightleftharpoons 3\ Cu^0(s) + 2\ Al^{3+}(aq)$
   Para que a equação global esteja com as cargas elétricas balanceadas, deve-se multiplicar a semirreação do cobre por 3 e a do alumínio por 2.

e) Espécie oxidante: Cu^{2+}
Espécie redutora: Al^0
A espécie oxidante será a que reduz e a espécie redutora será a que oxida.

f) Como o fluxo de elétrons é do eletrodo de alumínio para o eletrodo de cobre e o fluxo de elétrons sai do polo negativo em direção ao polo positivo, os polos serão:
Polo positivo: $Cu^{2+} | Cu^0$
Polo negativo: $Al^0 | Al^{3+}$

g) Como no eletrodo de alumínio ocorre o consumo de Al(s) que é oxidado a $Al^{3+}(aq)$, haverá, nesse eletrodo, um excesso de $Al^{3+}(aq)$ e, portanto, de cargas positivas que serão balanceadas pelas cargas negativas dos ânions presentes na ponte salina. Já no eletrodo de cobre, íons $Cu^{2+}(aq)$ serão reduzidos a Cu(s), diminuindo a quantidade de cargas positivas e gerando um excesso de cargas negativas (íons devido à diminuição de íons $Cu^{2+}(aq)$ – lembre-se de que prótons sozinhos não são removidos), para balancear essa carga, cátions provenientes da ponte salina se deslocarão em sentido ao eletrodo de cobre, balanceando o excesso de carga negativa do eletrodo.

h) O cátodo é o eletrodo onde ocorre a redução e o ânodo é o eletrodo onde ocorre a oxidação.
Cátodo: $Cu^{2+} | Cu^0$
Ânodo: $Al^0 | Al^{3+}$

Atividades (p. 49)

1. Por convenção. Não há como definir um potencial-padrão de redução para uma única reação de redução. Os valores são sempre obtidos comparando duas reações em conjunto (uma de redução e outra de oxidação). Por convenção, comparou-se uma série de reações de oxirredução com a redução/oxidação do hidrogênio. Definir o potencial de redução do hidrogênio em zero possibilitou fazer comparações entre diversas combinações possíveis sem ter que medir experimentalmente os valores.
2. a) F_2. Será a substância que apresentar maior $E°$ de redução.
   b) Li. Será a substância que apresentar menor $E°$ de redução.
   c) F_2 Será a substância que apresentar maior $E°$ de redução.
   d) Li. Será a substância que apresentar menor $E°$ de redução.
3. Que o Zn^{2+} tem menor tendência a reduzir-se do que o H^+. Quando comparamos valores de $E°$ de redução com o $E°$ de redução do hidrogênio, valores negativos terão menor tendência em reduzir, ou seja, maior tendência em oxidar. O oposto também é verdadeiro, maiores valores de $E°$ de redução comparados com o $E°$ de redução do hidrogênio terão maior tendência a reduzir e o hidrogênio a oxidar.
4. O Zn^0 tem caráter redutor maior que o do H_2. Espécies químicas com maior tendência a reduzir possuem maior caráter oxidante e espécie químicas com maior tendência a oxidar possuem maior caráter redutor. Como neste caso o $E°$ de redução do $Zn^{2+} | Zn^0$ é negativo, ele tem maior tendência a oxidar e, portanto, maior caráter redutor, em comparação com o $E°$ de redução do hidrogênio.
5. Sim, porque o F_2 tem maior tendência a reduzir-se do que o Cl_2. O $E°$ de redução do F_2 é maior do que o do Cl_2; portanto, tem maior tendência em reduzir.
6. Não, porque o I_2 tem menor tendência a reduzir-se do que o Cl_2. O $E°$ de redução do I_2 é menor do que o do Cl_2, portanto tem menor tendência em reduzir.
7. Por ter um $E°$ de redução maior, o zinco terá maior tendência em reduzir, porém como o Nox já é zero, não há como reduzir. O mesmo vale para o Mg^{2+}, que possui $E°$ de redução menor e, portanto, maior tendência em oxidar. Porém, como já apresenta Nox = 2+, já está em seu estado oxidado.
8. Não, nessa tabela não há nenhuma outra espécie com tendência a reduzir-se menor que a do Li^+. Além disso, o lítio não apresenta Nox superior a +1, portanto, ele não pode ser oxidado. Atenção, pois, a pergunta refere-se ao Li^+ e não ao Li(s) que apresenta caráter de agente redutor.

Atividades (p. 50)

1. a) polo positivo: $Ag^+ | Ag^0$; polo negativo: $Zn^0 | Zn^{2+}$
   cátodo: $Ag^+ | Ag^0$; ânodo: $Zn^0 | Zn^{2+}$
   $Zn^0 | Zn^{2+} \rightarrow Ag^+ | Ag^0$
   $\Delta E° = 1{,}56\ V$
   $Zn^0(s) + 2\ Ag^+(aq) \rightleftharpoons Zn^{2+}(aq) + 2\ Ag^0(s)$

   b) polo positivo: $Sn^{2+} | Sn^0$; polo negativo: $Zn^0 | Zn^{2+}$
   cátodo: $Sn^{2+} | Sn^0$; ânodo: $Zn^0 | Zn^{2+}$
   $Zn^0 | Zn^{2+} \rightarrow Sn^{2+} | Sn^0$
   $\Delta E° = 0{,}62\ V$
   $Zn^0(s) + Sn^{2+}(aq) \rightleftharpoons Zn^{2+}(aq) + Sn^0(s)$

   c) polo positivo: $Au^{3+} | Au^0$; polo negativo: $Cu^0 | Cu^{2+}$
   cátodo: $Au^{3+} | Au^0$; ânodo: $Cu^0 | Cu^{2+}$
   $Cu^0 | Cu^{2+} \rightarrow Au^{3+} | Au^0$
   $\Delta E° = 1{,}06\ V$
   $3\ Cu^0(s) + 2\ Au^{3+}(aq) \rightleftharpoons 3\ Cu^{2+}(aq) + 2\ Au^0(s)$
2. Ni, Zn e Sn.
3. Ni.
4. $Zn^0(s) + 2\ H^+(aq) \rightleftharpoons Zn^{2+}(aq) + H_2(g)$
   $Ni^0(s) + 2\ H^+(aq) \rightleftharpoons Ni^{2+}(aq) + H_2(g)$
   $Sn^0(s) + 2\ H^+(aq) \rightleftharpoons Sn^{2+}(aq) + H_2(g)$
   $Ni^0(s) + Sn^{2+}(aq) \rightleftharpoons Ni^{2+}(aq) + Sn^0(s)$

ATIVIDADE PRÁTICA (p. 52)

1. Resposta variável. A tabela indicada a seguir apresenta, de forma organizada, as observações esperadas no experimento.

Frasco	Observações
1	Enferrujamento do prego com presença de um pó avermelhado (ferrugem). A água também ficará avermelhada em razão da presença de íon $Fe^{2+}(aq)$.
2	Mesmas observações do frasco 1, porém mais acentuadas em razão da presença de íons $Cl^-(aq)$ e $Na^+(aq)$ em água.
3	Não haverá alteração na aparência do prego se o desidratante ainda tiver sua capacidade de desidratação mantida. Caso o desidratante utilizado esteja saturado (já hidratado), espera-se que o prego se enferruje um pouco, apresentando menos enferrujamento que o frasco 1.
4	Não haverá enferrujamento do prego que estará submerso em óleo, não havendo presença de gás oxigênio (seja da água ou do ar).

2. Condições que favorecem a formação de ferrugem: (a) presença de água ou umidade do ar (presença de gás oxigênio que é reduzido em consequência da oxidação do ferro); (b) presença de íons em solução aquosa, como $Cl^-(aq)$ e $Na^+(aq)$, que funcionam como eletrólito. Condições que dificultam a formação da ferrugem: (a) pouca umidade do ar; (b) proteção proporcionada pelo óleo, que não deixa o prego entrar em contato com o gás oxigênio e a água.
3. Resposta pessoal. Algumas hipóteses são: (a) A água e o ar úmido são causadores da ferrugem, conforme observações feitas nos frascos 1, 2 e 3. (b) A presença de sal de cozinha contribui na redução do tempo de formação de ferrugem. (c) O óleo protege o prego contra a ferrugem.
4. Resposta pessoal. Segundo o que foi possível observar na atividade prática, espera-se que os estudantes respondam que para evitar a formação de ferrugem o prego não pode ter contato com água, ar e sal de cozinha e que, assim como observado no frasco 4, deve ser protegido desse contato.

Interligações (p. 57)

1. a) Para pescar é necessário ter boa habilidade manual, e o acúmulo de mercúrio prejudica o sistema nervoso, causando distúrbios musculares e de movimento.
   b) Sem apresentar sintomas, a pessoa pode passar muito tempo sem saber que está intoxicada. Com isso, deixa de evitar as fontes de contaminação e de buscar tratamento enquanto o processo ainda é recente, o que tornará a cura mais incerta e os danos menos reversíveis. Além disso, tendo se passado muito tempo após a intoxicação, também se torna mais difícil apontar e punir os responsáveis pela contaminação.
2. Dentre várias medidas podemos citar: (a) intensificação da fiscalização de possíveis garimpos ilegais; (b) análise de sangue constante na população que possa estar em risco para controle; (c) processamento dos rejeitos gerados pelo garimpo antes de serem liberados ao meio ambiente; (d) educação ambiental para todos os agentes envolvidos: econômicos, políticos e sociedade; (e) monitoramento do meio ambiente para identificação precoce de áreas contaminadas.

Comunicando ideias (p. 57)

Resposta pessoal. Consulte orientações nas *Sugestões medotológicas*.

Interligações (p. 61)

1. Os cientistas e feitos relacionados ao campo da eletroquímica que são apresentados ao longo do capítulo são: 1706 – nascimento de Benjamin Franklin, 1737 – nascimento de Luigi Galvani, 1745 – nascimento de Alessandro Giuseppe Volta, 1752 – Benjamin Franklin propõe que eletricidade flui do polo positivo para o polo negativo, ≈1770 – Luigi Galvani realiza experimentos relacionados à eletricidade, ≈1780 – Luigi Galvani realiza o experimento da rã e conclui que a eletricidade é animal, 1790 – falecimento de Benjamin Franklin, 1791 – nascimento de Michael Faraday, 1798 – falecimento de Luigi Galvani, 1800 – experimento da pilha de Volta, 1827 – falecimento de Alessandro Giuseppe Volta, 1834 – Publicação de um trabalho de Faraday que introduziu o vocabulário básico de eletroquímica, 1839 – nascimento de Georges Leclanché, 1859 – nascimento de Svante August Arrhenius, 1866 – invenção das pilha seca, 1867 – falecimento de Michael Faraday, 1882 – falecimento de Georges Leclanché, 1884 – Teoria de Dissociação de Arrhenius que elucidou parte do trabalho de Faraday, ≈1920 – baterias automotivas, 1922 – nascimento de John Bannister Goodenough, 1927 – nascimento de Lewis Frederick Urry, 1927 – falecimento de Svante August Arrhenius, 1941 – nascimento Michael Stanley Whittingham, ≈1945 – uso massivo da baterias de mercúrio, 1948 – nascimento Akira Yoshino, ≈1950 – forte contaminação por mercúrio na baía de Minamata (Japão), ≈1950 – experimentos com uso de eletrólito alcalino em pilhas, 1950 – radinho de pilha, 1968 – Interrupção das indústrias da região da baía de Minamata (Japão), ≈1970 – descoberta da bateria íon-lítio (Li-íon), ≈1990 – decadência do uso de baterias de níquel-cádmio (Ni-Cd), ≈1990 – início do uso de baterias de hidreto-metálico de níquel (Ni-MH), 1997 – Protocolo de Quioto defende o uso de medidas anticorrosivas como combate às alterações climáticas, 2004 – falecimento de Lewis Frederick Urry, 2019 – Prêmio Nobel para John Bannister

MODERNA

Goodenough, Michael Stanley Whittingham e Akira Yoshino pelas contribuições no campo da eletroquímica e desenvolvimento de baterias.

Atividades (p. 61)

1. **a)** Para o KI(l):

cátodo: $K^+(l) + e^- \rightarrow K^0(s)$

ânodo: $I^-(l) \rightarrow \frac{1}{2} I_2(g) + e^-$

equação global: $K^+(l) + I^-(l) \rightleftharpoons K^0(s) + \frac{1}{2} I_2(g)$

b) Para o $AlBr_3(l)$:

cátodo: $Al^{3+}(l) + 3\ e^- \rightarrow Al^0(s)$

ânodo: $3\ Br^-(l) \rightarrow \frac{3}{2} Br_2(g) + 3\ e^-$

equação global: $Al^{3+}(l) + 3\ Br_2(l) \rightleftharpoons Al^0(s) + \frac{3}{2} Br_2(g)$

2. **a)** Analisados os potenciais-padrão de redução dos pares forma oxidada | forma reduzida, o eletrodo Cu^{2+} | Cu é o que tem o valor mais alto, consequentemente são os íons $Cu^{2+}(aq)$ os que têm maior tendência a reduzir-se.

b) Analogamente ao raciocínio usado no item **a**, conclui-se que são os íons $Ag^+(aq)$ os que têm maior tendência a reduzir-se.

3. Os elementos sódio, potássio, cálcio, estrôncio, bário, lítio e magnésio foram obtidos pela eletrólise de seus sais ou hidróxidos fundidos. Metais altamente reativos, como sódio e potássio, foram utilizados para reduzir óxidos e outros compostos obtendo substâncias simples que antes não haviam sido isoladas, como o alumínio.

ATIVIDADES FINAIS (p. 62)

1. Alternativa **c**. Uma forma de impedir o processo corrosivo nesses utensílios consiste em evitar o contato do ferro com o ar úmido, que contém substâncias que participam desse processo: gás oxigênio e água.

2. Alternativa **d**. Deve-se utilizar uma espécie que possa oxidar-se quando em contato com esses íons de prata. Para isso, vamos analisar as diversas possibilidades. Invertendo as semirreações de redução para oxidação e calculando a ddp para cada uma das pilhas que esses processos poderiam constituir diante do eletrodo de prata, chegamos à conclusão de que o estanho metálico (Sn^0) é uma das espécies que poderiam ser utilizadas:

$$Sn(s) \rightarrow Sn^{2+}(aq) + 2\ e^- \quad E^0 = +\ 0{,}14\ V$$

A ddp da pilha será dada pela soma dos potenciais de redução e oxidação:

$E^\circ_{pilha} = E^\circ_{redução} + E^\circ_{oxidação}$

$E^\circ_{pilha} = 0{,}02\ V + 0{,}14\ V = +\ 0{,}16\ V$

Como a ddp é positiva, a reação é espontânea. Repetindo o processo para todas as semirreações de oxidação, concluímos que, além do Sn, o Al e o Zn metálicos poderiam ser utilizados, pois também se oxidam espontaneamente na presença de íons prata. Entre as alternativas, a única espécie que é representada em sua forma metálica é o Sn.

3. Alternativa **b**. O estanho reveste a lata, impedindo que o ferro entre em contato com gás oxigênio e com a umidade do ar, protegendo o ferro das latas de uma possível oxidação. A ruptura da camada de estanho causada por um amassamento da lata deixa o ferro suscetível ao processo de oxidação, provocando alterações no alimento.

MODERNA

4. Com a pesquisa e reflexão sobre o tema abordado nessa atividade, os estudantes podem desenvolver a *competência geral 10* da BNCC.
   a) Pequena parte do alumínio usado na reciclagem é obtida via coleta seletiva do lixo, realizada em algumas cidades brasileiras. Como esse tipo de coleta ainda não acontece em grande escala no país, o elevado índice de reciclagem de alumínio se deve principalmente ao trabalho dos catadores. Se podemos nos orgulhar de nossa enorme capacidade de reciclar, poupando recursos naturais, também devemos reconhecer que uma das razões desse fato é grande parte da população não ter a escolarização que lhe permitiria acesso a trabalhos mais qualificados e com melhor salário. Muitos catadores obtêm o metal em lixões a céu aberto, ainda existentes no país, sujeitando-se a ambientes incompatíveis com a dignidade humana.
   b) Grande parte dos catadores de lixo reciclável encontrou na profissão uma alternativa ao desemprego. Em geral, os catadores atuam de forma autônoma, sem garantias trabalhistas. A atividade exige grande esforço físico e horas de trabalho com remuneração baixa. Há também problemas relacionados à violação de direitos humanos e preconceito da sociedade.
   c) A coleta seletiva de lixo em larga escala poderia reduzir os gastos com energia elétrica relativos ao processo tradicional de produção do alumínio, que requer fusão e eletrólise da alumina, e permitiria poupar recursos naturais — no caso, a bauxita, um recurso finito. Para que o impacto na vida dos catadores fosse positivo, seria importante, por exemplo, que eles pudessem continuar a trabalhar, em condições salubres, separando os vários tipos de metal (após o lixo ter passado por processos de limpeza), enquanto não se dispõe de equipamentos que substituam totalmente a separação manual; paralelamente, deveria ser oferecida a eles formação escolar e técnica que os qualificasse para trabalhos mais bem remunerados.
5. a) Sustentável é aquilo que pode ser mantido, sustentado, continuado. Na afirmação feita no enunciado, o adjetivo indica que a produção de alumínio por reciclagem pode ser mantida por muito tempo, pois não constitui perigo para o ambiente e preserva os recursos naturais para as próximas gerações.
   b) Trata-se de uma prática sustentável, uma vez que esse processo não consome minério (um recurso natural não renovável) e gasta menos energia em relação à produção convencional, o que pode também significar menor gasto de carvão, de gás natural ou de qualquer outra fonte utilizada para gerar energia.
   c) A sustentabilidade pressupõe que se busque satisfazer as necessidades da geração atual sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras também satisfazerem suas próprias necessidades; ou seja, uma prática é sustentável quando possibilita que os atuais e os futuros habitantes do planeta conquistem nível satisfatório de desenvolvimento social, econômico e cultural, sem perder de vista o uso responsável dos recursos naturais, preservando espécies e hábitats. Assim sendo, a coleta de alumínio feita por catadores em condições ambientais e socioeconômicas precárias não é sustentável.

MODERNA

Capítulo 3

Biodiversidade no mundo e no Brasil

Professor indicado

Recomenda-se que este capítulo seja trabalhado pelo professor de Biologia.

BNCC – competências e habilidades trabalhadas

Estão indicadas a seguir, a partir da BNCC, competências gerais, competências específicas e habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, assim como competências específicas de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, cujo desenvolvimento é favorecido no capítulo. Para isso, são apontados os momentos em que seu trabalho pode ser propício.

Competência geral	Justificativa	Página
1	A competência diz respeito ao conhecimento, valoriza e utiliza os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo cultural, social e físico para compreender e intervir na realidade. É trabalhada na discussão dos domínios morfoclimáticos brasileiros.	Todo o capítulo
3	A competência está relacionada ao senso estético e ao repertório cultural dos estudantes. Ela é trabalhada na proposta de atividade prática, em que os estudantes deverão mobilizar conhecimentos sobre as culturas locais de diferentes regiões do Brasil, aprendendo assim a valorizá-las e respeitá-las.	84
4	Por meio de diferentes linguagens, os estudantes deverão ser capazes de expressar-se, partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos, produzindo sentidos que levem ao entendimento mútuo. Assim, comunicar descobertas e entendimentos sobre a realidade favorece o trabalho com a competência.	84
6	A competência aborda a diversidade de saberes. Com ela, espera-se que os estudantes possam valorizar conhecimentos, apropriando-se deles para construir seu próprio projeto de vida. A atividade prática proposta trabalha tal competência.	84
9	A seção **Interligações** propõe estudar a atuação do ambientalista Chico Mendes, contribuindo para a valorização da empatia, do diálogo e da cooperação na resolução de conflitos, além de promover a desconstrução de preconceitos.	76

Competência específica	Habilidade	Justificativa	Página
1	EM13CNT104	A habilidade está relacionada à competência específica 1 e trabalha a avaliação de benefícios e riscos à saúde e ao ambiente, a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles. Espera-se que os estudantes possam posicionar-se criticamente em relação ao uso de substâncias e materiais e proponham soluções para seus usos. Tal debate é promovido em especial pela discussão da bioacumulação e da biomagnificação, bem como pela análise das causas que podem levar à necessidade de repovoamento.	82 e 83
2	EM13CNT202	A habilidade trabalha a análise dos níveis de organização dos seres vivos, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas. Ela está presente por todo o capítulo, pois, ao refletir sobre as condições que fazem determinado bioma ter a fisionomia que apresenta, os estudantes devem relacionar diferentes níveis de organização.	Todo o capítulo
	EM13CNT203	A habilidade trabalha com a previsão a avaliação das intervenções nos ecossistemas, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia. Ela é trabalhada durante o debate sobre repovoamento, pois os estudantes deverão tanto avaliar diferentes impactos que levaram à necessidade de repovoamento quanto refletir sobre os impactos que a introdução dos alevinos pode causar.	83
	EM13CNT206	Trabalha a importância da preservação e conservação da biodiversidade, analisando parâmetros qualitativos e quantitativos para avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta. A abordagem sobre os manguezais e o Cerrado trabalha tal habilidade, estimulando o estudante a refletir sobre sua importância.	78 e 79

continua

continuação

3	EM13CNT303	A habilidade trabalha a comunicação para diversos públicos e contextos de análises, pesquisas, experimentos, utilizando diferentes linguagens para, assim, participar de debates científicos. A atividade sobre o diagrama de Whittaker favorece o trabalho com tal habilidade.	73

Competência específica de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas	Justificativa	Página
1. Analisar processos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais nos âmbitos local, regional, nacional e mundial em diferentes tempos, a partir da pluralidade de procedimentos epistemológicos, científicos e tecnológicos, de modo a compreender e posicionar-se criticamente em relação a eles, considerando diferentes pontos de vista e tomando decisões baseadas em argumentos e fontes de natureza científica.	A competência é favorecida no item que trata sobre os impactos nos manguezais, ao abordar o processo de ocupação desses ambientes e os impactos sociais e ambientais decorrentes.	78

Conhecimentos prévios para o melhor aproveitamento do conteúdo

Entre os conteúdos prévios já trabalhados no Ensino Fundamental que permitem o melhor aproveitamento do conteúdo do capítulo, destacam-se as seguintes habilidades:

- (EF07CI07) Caracterizar os principais ecossistemas brasileiros quanto à paisagem, à quantidade de água, ao tipo de solo, à disponibilidade de luz solar, à temperatura etc., correlacionando essas características à flora e fauna específicas.
- (EF07CI08) Avaliar como os impactos provocados por catástrofes naturais ou mudanças nos componentes físicos, biológicos ou sociais de um ecossistema afetam suas populações, podendo ameaçar ou provocar a extinção de espécies, alteração de hábitos, migração etc.

A primeira trata sobre os aspectos físicos de ecossistemas, relacionando-os à fauna e à flora específicas daquele ambiente; a segunda trabalha com as consequências de impactos provocados por catástrofes naturais ou mudanças nos componentes físicos, biológicos ou sociais de um ecossistema, avaliando consequências como extinção de espécies, alteração de hábitos, migração etc.

Por fim, há ainda o trabalho com habilidades referentes à sustentabilidade, desenvolvidas no 9º ano do Ensino Fundamental:

- (EF09CI12) Justificar a importância das unidades de conservação para a preservação da biodiversidade e do patrimônio nacional, considerando os diferentes tipos de unidades (parques, reservas e florestas nacionais), as populações humanas e as atividades a eles relacionados.
- (EF09CI13) Propor iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da cidade ou da comunidade, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade bem-sucedidas.

A primeira trabalha com a importância das unidades de conservação para a preservação da biodiversidade e do patrimônio nacional; a segunda busca a proposição de iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da cidade ou da comunidade, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade bem-sucedidas.

Objetivos do capítulo

Ao final deste capítulo, o estudante deverá ser capaz de:

- Compreender o conceito de sucessão ecológica e os mecanismos que interferem em suas etapas.
- Reconhecer os diferentes biomas, no Brasil e no mundo.
- Reconhecer e utilizar nomenclatura típica das Ciências Naturais para descrever elementos de um bioma ou domínio morfoclimático, analisando seus elementos.

Ao compreender o conceito de sucessão ecológica, os estudantes poderão analisar de forma mais precisa impactos ambientais como o desmatamento, compreendendo suas causas e consequências e formando argumentos que os permitirão propor soluções. O reconhecimento da paisagem e de seus elementos é fator essencial para a valorização desses ambientes e, consequentemente, para a reflexão sobre sua preservação. O conhecimento dos termos comumente utilizados em ciências da natureza amplia a alfabetização científica, permitindo que os estudantes compreendam diferentes fontes de informação com maior autonomia.

Sugestões metodológicas

Para começo de conversa (p. 64)

A seção inicial do capítulo tem como objetivo sondar os conhecimentos prévios dos estudantes e retomar conceitos já trabalhados que são importantes para o andamento do trabalho.

Leia a página de abertura de forma coletiva (solicitando a cada estudante que leia um trecho, por exemplo) e, após a leitura do primeiro parágrafo, retome os conceitos de fluxo de energia, reciclagem e teias alimentares, verificando se estão consolidados entre os estudantes. Tais conceitos são importantes para a compreensão do conceito de sucessão ecológica que será trabalhado no capítulo.

Como forma de sondar o conhecimento e favorecer o debate, podem-se fazer questões à turma como, por exemplo: por que não são todos os locais da Terra que possuem grandes florestas, como a floresta Amazônica? Que fatores prejudicam ou auxiliam o aumento de biodiversidade? Nesse momento não é necessário frisar rigor teórico nas respostas; o intuito do debate é dar subsídios para avaliar o que os estudantes já sabem e que termos utilizam ao tratar

EM MODERNA

do assunto. Essa atividade pode auxiliar o planejamento subsequente do professor, partindo dos conhecimentos prévios dos estudantes.

Continue a leitura e deixe um tempo para o debate sobre o terceiro parágrafo, novamente observando os termos utilizados pelos estudantes.

Analise a imagem de forma dialogada e leia a legenda. Pergunte aos estudantes sobre o desmatamento na imagem. Como acham que foi feito? Há diferenças em queimar a vegetação de uma área ou apenas retirá-la? Em quanto tempo acham que essa área poderia se recuperar? Que ações poderiam acelerar o processo?

Por fim, se julgar necessário, peça aos estudantes que anotem no caderno os termos que considerarem importantes para compor um glossário conforme forem se apropriando dos conceitos.

Sucessão ecológica (p. 65)

O texto apresenta os conceitos-chave para a compreensão da sucessão ecológica. Aqui, novamente, o glossário pode ser útil, bem como a retomada de termos como fatores abióticos, dispersão, entre outros.

Inicie solicitando aos estudantes que olhem a fotografia do líquen e pergunte se já viram organismo parecido e onde o avistaram. Liquens são comuns em troncos de árvore, por exemplo. Se possível, visite uma área verde na escola onde os estudantes possam observar *in loco* tais associações. Alerte-os sobre não retirarem pedaços dos liquens.

Explique que o aparecimento dos liquens cria um microambiente onde outras espécies podem sobreviver. Retome o conceito de nicho ecológico, esclarecendo que as espécies pioneiras criam novos nichos para que outras espécies possam se instalar.

Durante o debate acerca da sucessão secundária, retome a discussão sobre a imagem de abertura. A queimada prejudica o solo, retardando a sucessão secundária. Portanto, uma área que teve apenas a vegetação removida se desenvolve mais rapidamente em relação a uma que teve o solo queimado.

Analise o esquema que mostra a sucessão ecológica com os estudantes e leia o texto de forma dialogada, debatendo o conceito de comunidade clímax. Esclareça que a comunidade clímax é a situação de equilíbrio de um ambiente específico. No caso de uma floresta, segue o padrão como na figura, mas, em outros locais, como nos polos ou em savanas, a situação de equilíbrio é atingida com diferentes organismos e graus de complexidade.

Retome novamente o conceito de produtividade, esclarecendo bem a diferença entre produtividade bruta e líquida. Nesse momento, pode-se aprofundar o debate incluindo outros conhecimentos, como o debate sobre o aumento do efeito estufa pela produção e pelo lançamento de gás carbônico e outros gases na atmosfera. Explique que o manejo utilizado por sistemas agroflorestais e o manejo sustentável de madeira para confecção de móveis, por exemplo, podem ser grandes aliados no combate ao aquecimento global. Peça aos estudantes que, em duplas, reflitam sobre a afirmação e tentem explicá-la. Ao final, retome os conceitos de produtividade e fale sobre aprisionamento de carbono em móveis, por exemplo, que, se reposto na natureza de forma a manter o equilíbrio, pode ser um importante aliado na luta contra o aumento dos gases do efeito estufa na atmosfera.

Sugestão de atividade complementar

Podem-se utilizar outros exemplos para auxiliar a compreensão da sucessão ecológica. Cite que, em aquários abandonados, começam a "aparecer" algas e, em seguida, outros organismos. Esclareça que os organismos não aparecem do nada, reforçando debates sobre produtividade. Ao deixar um aquário sem trocar a água em um local iluminado, microalgas que ali já viviam começam a se proliferar e aumentam a quantidade de matéria orgânica, permitindo que outros organismos que já se encontravam lá possam também se reproduzir. Se possível, conduza essa experiência com os estudantes e peça a eles que anotem as modificações no ambiente ao longo do tempo.

Comunicando ideias (p. 67)

Observe a segurança do local escolhido pelos estudantes, atentando para que as visitas à área sejam guiadas. Auxilie na identificação do estágio de sucessão ecológica, analisando as espécies e a fitofisionomia do local. Pode-se realizar, complementarmente, uma pesquisa sobre animais sinantrópicos e relacionar como essas áreas, que geralmente também têm lixo, podem agravar o problema. Se houver disponibilidade e condições favoráveis, pode-se entrar em contato com a prefeitura ou a subprefeitura e organizar um mutirão de limpeza e restauração da área.

Biomas do mundo (p. 68)

O tópico conta com termos específicos das ciências que devem estar muito claros ao final do trabalho. Podem-se adotar as mesmas estratégias da seção anterior, como construção de glossário, exemplos dialogados ou pesquisa e debate entre pares. Retome os conceitos sobre fatores abióticos e como eles influenciam no desenvolvimento de diferentes espécies. Durante a discussão do texto e a análise das imagens, é importante retomar conceitos sobre evolução e adaptação das espécies, já vistas durante o 9º ano do Ensino Fundamental.

Analise as imagens e solicite aos estudantes que descrevam as semelhanças entre as espécies. Espera-se que eles observem o caule verde, a presença de espinhos, a turgidez, entre outros. Durante a discussão, peça a eles que tentem elaborar hipóteses sobre como tais características adaptativas favorecem o desenvolvimento dessas espécies na região onde se encontram.

Os principais biomas terrestres (p. 69)

Analise o mapa com os estudantes, relacionando os biomas às latitudes em que ocorrem. Durante a leitura do texto sobre cada bioma, retorne ao mapa, solicitando aos estudantes que encontrem e descrevam o clima na região.

É importante que eles façam a relação de temperatura e pluviosidade com a fitofisionomia de cada bioma.

Sugestão de atividade complementar

Solicite aos estudantes que formem grupos e realizem pesquisas sobre cada bioma, evidenciando seu local no globo, clima, fauna e flora específicos, incluindo adaptações comuns dos organismos às condições do bioma. Como atividade extra, pode-se solicitar aos estudantes que busquem notícias para

REPRODUÇÃO

embasar o conhecimento sobre aquele bioma. Um exemplo de notícia que poderia servir de base para a discussão é "Cientistas desvendam segredo de planta que vive no deserto", disponível em: <https://ciencia.estadao.com.br/noticias/geral,cientistas-desvendam-segredo-de-planta-que-vive-no-deserto,395543> (acesso em: 19 jun. 2020).

Caixa de ferramentas (p. 73)

Analise cada um dos biomas presentes no gráfico, pedindo aos estudantes que discorram oralmente sobre a pluviosidade e a temperatura, bem como sua localização no globo e características marcantes de sua vegetação. O debate nesse momento pode auxiliar a verificação da compreensão dos estudantes sobre o tema e balizar revisões e retomadas.

Domínios morfoclimáticos brasileiros (p. 74)

Para aprofundamento no tema, sugerimos o texto "Os domínios de natureza: potencialidade paisagísticas" (DE OLIVEIRA SILVA, 2012), indicado em *Bibliografia complementar*.

Discuta o texto e a imagem com os estudantes e, se possível, remeta a exemplos locais. É comum que a introdução de espécies possa influenciar na abundância relativa, causando problemas para as espécies que estavam inicialmente no ambiente. Um exemplo é a palmeira australiana, *Archontophoenix cunninghamiana*, introduzida no Brasil. No *campus* da Universidade de São Paulo, ela se tornou a principal espécie do fragmento de Mata Atlântica; o comportamento dessa espécie nos biomas brasileiros é tema de diversos trabalhos.

Pode-se solicitar aos estudantes uma pesquisa sobre as diferentes áreas de transição e as vegetações que podem ser encontradas nesses locais, relacionando isso aos fatores abióticos.

Novamente, a leitura de cada um dos domínios deve ser sempre retomada com o mapa e com a discussão sobre o clima do local e sobre como são as adaptações encontradas nas espécies desses ecossistemas.

Interligações (p. 76)

Procure explorar mais sobre o ciclo da borracha no Brasil solicitando aos estudantes que pesquisem e respondam às seguintes perguntas:

- Quais fatores ambientais favoreceram o desenvolvimento das seringueiras no país?
- Por que houve o declínio da atividade econômica de extração da borracha no Brasil?
- Atualmente, a extração da borracha é feita em boa parte por cooperativas de seringueiros, de maneira sustentável. Esse fato teve reconhecimento internacional através da figura de Chico Mendes. Quem foi Chico Mendes e qual é sua relação com a mobilização social na região Amazônica?

Sugestão de atividade complementar

Realize com os estudantes uma visita virtual à exposição Biomas do Brasil, realizada durante a Rio+20, disponível em: <http://www.eravirtual.org/biomas-do-brasil> (acesso em: 19 jun. 2020).

Manguezal (p. 78)

Ao abordar o manguezal, explore a relação do tema com a área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, evidenciando a importância econômica, social e cultural desse ecossistema. Converse com os estudantes sobre como a construção de portos, a atividade turística, a instalação de usinas, o despejo inadequado de esgoto e outras ações humanas levaram à redução das áreas de manguezal no mundo. Reforce a importância ecológica dos manguezais e, se possível, apresente notícias e reportagens sobre o assunto.

Bioacumulação (p. 82)

Para a compreensão da bioacumulação, é essencial retomar o conceito de pirâmide de biomassa e cadeias alimentares. Ao ler o parágrafo, pode-se demonstrar um exercício com valores hipotéticos para que os estudantes compreendam os conceitos. Dê valores hipotéticos para o contaminante e para a biomassa das populações da cadeia alimentar, solicitando aos estudantes que pensem em relação à proporção de contaminante por biomassa da espécie. Por exemplo: se 1 quilograma de mercúrio foi despejado e há 1.000 quilogramas de produtores, em cada quilograma de produtor haverá a razão de 0,001 quilograma de mercúrio. Se houver 10 vezes menos biomassa de consumidores primários, essa razão já aumentará em 10 vezes, e assim sucessivamente. Trabalhar com valores pode auxiliá-los na compreensão do tema.

Comunicando ideias (p. 83)

Durante o debate, retome conceitos de ecologia solicitando aos estudantes que os utilizem para construir a argumentação. Para facilitar o debate e torná-lo mais interessante, pode-se utilizar a técnica do aquário (*fishbowl*, em inglês). Essa técnica consiste em criar dois círculos concêntricos. No mais interno, haverá de 5 a 8 debatedores, definido a partir do número de participantes. Os locais desses debatedores estarão marcados por cadeias ou almofadas, o que estiver disponível. Um dos locais deve ficar vazio.

Apenas quem está dentro da roda tem a vez para falar. Os outros devem ficar em silêncio, ouvindo os debatedores. Caso alguém da roda de fora queira falar, ele se levanta e senta-se no lugar vazio da roda interna. Imediatamente, alguém da roda interna deve ocupar o lugar que essa pessoa deixou vago, na roda externa. O participante decide se e quando ingressar. Essa dinâmica é ideal para promover conversas fluidas de forma democrática.

Interligações (p. 83)

A atividade trabalha com o estudo de uma situação-problema na qual os estudantes deverão formular hipóteses e argumentar sobre elas. Pode-se, nesse momento, utilizar a rotina de pensamento de *bridge*. Tal metodologia consiste em, individualmente, escrever em uma folha pensamentos e perguntas sobre o assunto. Essa rotina favorece o desenvolvimento de conceitos ao longo do tempo. Portanto, oriente os estudantes que leiam o título e escrevam o que pensam sobre seu possível significado e façam perguntas sobre ele.

MODERNA

Após esse primeiro momento, peça aos estudantes que leiam o texto e analisem as questões em silêncio e individualmente e, ao final da leitura, refaçam os pontos. Os estudantes devem então reunir-se em duplas ou trios e compartilhar suas ideias antes e após a leitura do texto, explicando quais concepções mudaram e o motivo, ou seja, fazendo a ponte entre as antigas e novas ideias.

Esclareça aos estudantes que as ideias iniciais não eram certas ou erradas, mas, sim, um ponto de partida para refletir sobre o assunto e que novas experiências podem levar a novos entendimentos. Por fim, realize um debate conjunto entre a turma toda baseado nas questões propostas e pergunte aos estudantes se mudariam algo nos pensamentos e nas questões que escreveram.

ATIVIDADE PRÁTICA (p. 84)

Faça uma leitura conjunta da atividade. Divida a sala em grupos e forneça o material. A atividade de pesquisa pode ser feita em horário de aula ou em casa, por meio de ferramentas que permitem compartilhar textos e trabalhar de forma colaborativa.

Considere solicitar a participação do professor de História ou de Sociologia para debater as diferentes influências étnicas e culturais nas festas elencadas. Se julgar conveniente, os painéis podem ser feitos de forma digital e disponibilizados a todos através de redes sociais ou *blogs* da escola.

Após a exposição, realize uma roda de conversa sobre os painéis, propondo a discussão tanto sobre a avaliação e autoavaliação da atividade quanto sobre as diferenças nas hipóteses.

A proposta tem como objetivo investigar a relação entre as festas folclóricas e os biomas de algumas regiões. Esse é um trabalho extenso e complexo na medida em que há muitas variáveis na história, na culinária, na dança e nas vestimentas das regiões. A divisão em grupos permite que mais aspectos sejam estudados, assim como a subdivisão em "história", "culinária", "danças" e "vestimentas" permite um trabalho mais focado. Dessa maneira, decompõe-se uma tarefa complexa em subtarefas, viabilizando a realização da tarefa inicial. Observar uma situação-problema e abordar sua resolução dessa maneira pode contribuir para o desenvolvimento do pilar **decomposição** do pensamento computacional.

Avaliação

A avaliação deve ser feita de forma continuada, baseada nos debates realizados durante o capítulo. Como síntese final, podem-se avaliar a atividade prática e sua discussão. Pode-se então solicitar um texto ou apresentação oral sobre ameaças a biomas mundiais ou domínios morfoclimáticos brasileiros e pedir aos estudantes que sugiram formas de minimizar os impactos sofridos por tal bioma.

Bibliografia complementar

- CAIN, M. L.; BOWMAN, W. D.; HACKER, S. D. *Ecologia*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

  Livro base para o estudo de Ecologia, apresenta o tema de forma didática e aprofundada, debatendo também novas descobertas e áreas das ciências biológicas.

- OLIVEIRA SILVA, A. K. de; AB'SÁBER, A. N. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. *Revista de Geografia* (UFPE), v. 29, n. 1, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/228990/23395> (acesso em: 19 jun. 2020).

  O artigo traz importantes considerações sobre a obra *Os domínios de natureza*, escrita pelo professor Aziz Nacib Ab'Sáber e que serve de referência para a pesquisa dos ecossistemas brasileiros.

- WORLD Wild Foundation. Onde atuamos. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/areas_prioritarias/> (acesso em: 19 jun. 2020).

  Página da organização não governamental com material sobre domínios morfoclimáticos brasileiros onde a entidade atua.

Resoluções

Atividades (p. 67)

1. O processo se chama sucessão secundária. Espera-se que os estudantes mencionem a ocorrência inicial de plantas pioneiras e sucessivo aumento de complexidade ao longo do tempo até atingir a comunidade clímax.

   Esta atividade apresenta uma situação em que ocorre a remoção da vegetação de um terreno baldio. A hipótese é de que não haverá nova interferência, permitindo o crescimento e a recuperação da vegetação. Dessa maneira, os estudantes devem identificar as características do que aconteceu, prevendo o que ocorrerá em seguida. Portanto, devem identificar que o processo envolvido será o de sucessão ecológica secundária, prevendo o surgimento de espécies pioneiras (gramíneas) no solo previamente formado; em seguida, o surgimento de vegetação de maior porte, favorecido pela matéria orgânica originada da vegetação pioneira; e, finalmente, é possível que se estabeleça uma comunidade clímax. O estudo das sucessões e o reconhecimento dos padrões de formação da vegetação, bem como das condições iniciais do terreno, dialogam com as habilidades do pilar **reconhecimento de padrões** do pensamento computacional.
2. O impacto será maior em um trecho com comunidade clímax. Haverá maior liberação de carbono para a atmosfera e maior perda de diversidade.
3. O desastre de Mariana, além de soterrar a área, ainda contaminou o solo. Espera-se que os estudantes relacionem esses dois aspectos com a discussão sobre sucessão ecológica, compreendendo a interferência no ambiente e as dificuldades em recuperar a área.

Atividades (p. 74)

1. Locais com estações do ano bem marcadas e grandes amplitudes térmicas anuais tendem a apresentar espécies caducifólias como forma de adaptação às condições variáveis. Já locais com clima mais constante, quente e úmido, tendem a apresentar plantas perenifólias.
2. Desertos podem ser quentes ou frios e sua principal característica é a baixa pluviosidade. Floresta pluvial tropical tem clima quente e úmido. As plantas do deserto apresentam xeromorfismo, ou seja, adapta-

PROIBIDA

ções ao clima árido como espinhos e cladódios (caule verde que acumula água). Plantas de clima úmido possuem folhas que favorecem a transpiração.

3. Há grande competição interespecífica e nichos ecológicos coincidentes em locais com grande biodiversidade, o que dificulta o aumento expressivo da população. Já em locais com baixa diversidade, a espécie adaptada tem grande espaço livre de competição, de forma que sua população pode crescer.
4. Para espécies endêmicas, específicas daquele bioma, os mapas auxiliam na visualização da distribuição.

Interligações (p. 76)

1. Espera-se que os estudantes enumerem características do bioma amazônico que favorecem o desenvolvimento da seringueira, como a temperatura e a pluviosidade elevadas.
2. Diferentes fatores contribuíram, mas destaca-se a concorrência com o látex produzido em países asiáticos.
3. Chico Mendes foi seringueiro e tornou-se proeminente defensor da exploração sustentável do látex. Estimule os estudantes a elaborarem uma pequena biografia dessa importante figura histórica brasileira e, se possível, peça a eles que complementem a pesquisa avaliando a situação atual da exploração de látex no Brasil.

Atividades (p. 82)

1. Espera-se que os estudantes reconheçam as estações chuvosas e secas do Pantanal e relacionem a imagem à estação seca.
2. A enorme diversidade da Amazônia se dá pela grande quantidade de nichos ecológicos e pelo clima úmido e quente.
3. O clima úmido e quente favorece o desenvolvimento de espécies e a competição intraespecífica, que, por processos evolutivos, induz a especiação. A grande diversidade de plantas também favorece a diversidade de animais.

Comunicando ideias (p. 83)

Entre os fatores que contribuem para a riqueza de biodiversidade no Brasil, podem ser elencadas a grande extensão territorial, a localização da maior parte do território em latitudes tropicais, a abundância de água e a diversidade de relevos. Estimule os estudantes a reconhecer e valorizar essa riqueza, pensando em modelos sustentáveis de vida.

Interligações (p. 83)

1. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes associem o espalhamento do pesticida à dinâmica natural do rio: o poluente é carregado pelas águas e atinge as regiões por onde o rio passa.
2. Perda de biodiversidade, contaminação do solo, desequilíbrio nos ecossistemas, perda de produtividade em longo prazo, intoxicação e outros.
3. Resposta pessoal. Estimule os estudantes a apresentar os argumentos que dão embasamento às respostas dadas, levando em conta a importância de utilizar espécies nativas.
4. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes relacionem o conhecimento sobre o comportamento das espécies ao desenvolvimento de estratégias de preservação.

ATIVIDADES FINAIS (p. 85)

1. Espera-se que os estudantes relacionem as etapas da sucessão primária à colonização dessa ilha.
2. As árvores de grande porte estão relacionadas à etapa de comunidade clímax e criam condições (sombreamento, umidade, entre outros) para que outras espécies possam sobreviver.
3. A manutenção das florestas mantém o carbono nas árvores, sem liberá-lo à atmosfera. A recuperação de áreas degradadas sequestra carbono pela alta produtividade líquida.
4. Devem-se utilizar espécies endêmicas do bioma e que respeitem as etapas de sucessão ecológica secundária. Geralmente, o plantio é feito de forma espaçada, com maior abundância de espécies pioneiras, que crescerão mais rapidamente e assim fornecerão condições adequadas para espécies da comunidade clímax se instalarem.
5. **a)** A espécie W é da Mata Atlântica e a planta Z é da Caatinga.
   b) A Mata Atlântica possui clima com altas pluviosidade e temperaturas durante todo ano. A Caatinga possui altas temperaturas e baixo índice pluviométrico, com chuvas esparsas.
6. Resposta pessoal. Oriente os estudantes a compararem a informação oferecida pelo mapa dos biomas brasileiros com as características do ambiente que eles podem enxergar.
7. Alternativa **b**. A produção de urina concentrada é uma adaptação que favorece a sobrevivência no deserto, onde a água é um recurso escasso.
8. Alternativa **c**. O formato das bromélias facilita o acúmulo de água da chuva sobre as folhas.
9. Alternativa **d**. As características descritas correspondem às do manguezal.
10. Os estudantes devem relacionar o primeiro diagrama à floresta pluvial tropical, o segundo, à savana e o terceiro, à tundra, com base nas temperaturas e na pluviosidade. A floresta tropical tem pouca variação de temperatura e alta pluviosidade, a savana tem uma estação seca bem marcada e a tundra tem baixas temperaturas e pluviosidade.
11. Os domínios de floresta, savana e estepes, em especial da floresta Amazônica e da savana, sofrem com a expansão de pastos e queimadas. O domínio da Mata Atlântica sofre principalmente com crescimento urbano.

PROVISÓRIA

Capítulo 4

A energia que nos cerca

Professor indicado

Recomenda-se que este capítulo seja trabalhado pelo professor de Física.

BNCC – competências e habilidades trabalhadas

Estão indicadas a seguir, a partir da BNCC, competências gerais, competências específicas e habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, assim como competências específicas de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, cujo desenvolvimento é favorecido no capítulo. Para isso, são apontados os momentos em que seu trabalho pode ser propício.

Competência geral	Justificativa	Página
1	A obra evidencia o trabalho a partir de conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, estimulando o estudante a entender e explicar a realidade que o cerca.	Todo o capítulo
2	A seção **Atividade prática – Montando um eletroímã** possibilita aos estudantes exercitar a curiosidade intelectual e fazer questionamentos sob a ótica investigativa por meio da experimentação. São trabalhadas também relevantes inovações tecnológicas, permitindo que os estudantes reflitam e analisem criticamente aspectos importantes a respeito da geração e do consumo de energia.	92, 99 e 103
4	Os questionamentos propostos na seção **Para começo de conversa** abordam reflexões fundamentais sobre as relações de produção, a distribuição populacional e os avanços tecnológicos que caracterizam a sociedade contemporânea. Com isso, possibilita-se aos estudantes socializar informações, utilizando vivências, percepções e conhecimentos prévios diversos.	88
7	A proposta da seção **Interligações – Automóveis elétricos – o futuro** é oferecer aos estudantes dados e informações que lhes permitam argumentar e discutir sobre os impactos ambientais e econômicos que seriam causados se toda frota mundial de automóveis fosse transformada em carros totalmente elétricos, motivando a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global.	103

Competência específica	Habilidade	Justificativa	Página
1	EM13CNT106	O conteúdo do capítulo como um todo aborda a investigação e a análise de tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia. Especificamente, as seções **Interligações – Usinas maremotrizes** e **Automóveis elétricos – o futuro** e **Comunicando ideias** discutem aspectos específicos sobre a disponibilidade de recursos, a eficiência energética e as características de cada fonte de energia considerada, bem como seus impactos socioambientais e culturais.	99, 103 e 105
2	EM13CNT201	O item **É assim que se gera eletricidade** possibilita aos estudantes analisar e discutir modelos e teorias sobre a indução eletromagnética, considerando o conhecimento científico desenvolvido e aceito até os dias atuais.	92
3	EM13CNT301	A seção **Atividade prática** e o conteúdo **Materiais magnetizados** recorrem a uma abordagem experimental para possibilitar aos estudantes a investigação de fenômenos eletromagnéticos por meio da experimentação. Assim, possibilita-se o enfrentamento de situações-problema a partir de uma perspectiva científica.	89 e 92
	EM13CNT308	As seções **Interligações – Cartões com tarja magnética** e **Disjuntor** contextualizam os fenômenos eletromagnéticos utilizando dispositivos importantes e presentes no cotidiano, permitindo que os estudantes investiguem e analisem o funcionamento desses equipamentos, bem como a sua importância social e econômica.	94 e 95

continua

continuação

	EM13CNT309	No item **A energia que utilizamos** e nas seções **Interligações – Usinas maremotrizes** e **Automóveis elétricos – o futuro** são tratadas questões relativas à geração de energia limpa, permitindo aos estudantes analisar o atual cenário energético e as alternativas possíveis com olhar voltado para aspectos socioambientais, políticos e econômicos.	96, 99 e 103
	EM13CNT310	O item **Matriz energética e matriz elétrica brasileira**, bem como as atividades relacionadas, e a seção **Interligações – Automóveis elétricos – o futuro** tratam de aspectos relacionados à atual matriz elétrica e de transporte no Brasil e no mundo, possibilitando aos estudantes investigar e analisar as necessidades locais e globais e refletir sobre ações e decisões para melhorar a qualidade de vida e minimizar a ação humana no meio ambiente.	100, 101 e 103

Competência específica de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas	Justificativa	Exemplo
2. Analisar a formação de territórios e fronteiras em diferentes tempos e espaços, mediante a compreensão das relações de poder que determinam as territorialidades e o papel geopolítico dos Estados-nações.	O capítulo propicia desenvolver um debate sobre novas tecnologias, pontos positivos e negativos, além de permitir uma abordagem relacionando a sociedade e o ambiente.	103

Conhecimentos prévios para o melhor aproveitamento do conteúdo

Neste capítulo são retomadas e ampliadas diferentes habilidades de Ciências da Natureza do Ensino Fundamental, das quais se destacam:

- (EF05CI01) Explorar fenômenos da vida cotidiana que evidenciem propriedades físicas dos materiais – como densidade, condutibilidade térmica e elétrica, respostas a forças magnéticas, solubilidade, respostas a forças mecânicas (dureza, elasticidade etc.), entre outras.
- (EF07CI05) Discutir o uso de diferentes tipos de combustível e máquinas térmicas ao longo do tempo, para avaliar avanços, questões econômicas e problemas socioambientais causados pela produção e uso desses materiais e máquinas.
- (EF07CI06) Discutir e avaliar mudanças econômicas, culturais e sociais, tanto na vida cotidiana quanto no mundo do trabalho, decorrentes do desenvolvimento de novos materiais e tecnologias (como automação e informatização).
- (EF08CI01) Identificar e classificar diferentes fontes (renováveis e não renováveis) e tipos de energia utilizados em residências, comunidades ou cidades.
- (EF08CI03) Classificar equipamentos elétricos residenciais (chuveiro, ferro, lâmpadas, TV, rádio, geladeira etc.) de acordo com o tipo de transformação de energia (da energia elétrica para a térmica, luminosa, sonora e mecânica, por exemplo).
- (EF08CI04) Calcular o consumo de eletrodomésticos a partir dos dados de potência (descritos no próprio equipamento) e tempo médio de uso para avaliar o impacto de cada equipamento no consumo doméstico mensal.
- (EF08CI06) Discutir e avaliar usinas de geração de energia elétrica (termelétricas, hidrelétricas, eólicas etc.), suas semelhanças e diferenças, seus impactos socioambientais, e como essa energia chega e é usada em sua cidade, comunidade, casa ou escola.

Tais habilidades, concentradas no 7º e 8º anos, englobam conhecimentos iniciais sobre energia e as formas pelas quais ela se transforma e interage com a matéria, bem como tecnologias relacionadas a esses saberes.

Objetivos do capítulo

Ao final deste capítulo, o estudante deverá ser capaz de:

- Reconhecer e explicar a ocorrência de fenômenos eletromagnéticos na natureza e em aplicações tecnológicas.
- Refletir sobre a importância do eletromagnetismo e sua relação com fenômenos naturais e tecnologias presentes no dia a dia.
- Descrever o funcionamento e a construção de eletroímãs.

MODERNA

- Conhecer diferentes processos de geração de energia, identificar fontes renováveis e não renováveis e discutir as implicações da sua exploração do ponto de vista social, econômico e ambiental.
- Descrever o funcionamento básico das usinas termelétricas, hidrelétricas e nucleares e avaliar a importância e as dificuldades de gerar energia por meio de fontes alternativas, incluindo parques eólicos e as marés.
- Conhecer e analisar as matrizes energética e elétrica brasileiras.
- Calcular o consumo elétrico de equipamentos eletroeletrônicos domésticos e avaliar seu impacto no consumo de energia residencial.
- Resolver situações-problema envolvendo eletricidade e magnetismo em atividades cotidianas.

Por meio desses objetivos, os estudantes poderão investigar, analisar e discutir estratégias para explicar e descrever acontecimentos naturais e aplicações tecnológicas envolvendo fenômenos eletromagnéticos. Além disso, os objetivos listados possibilitam desenvolver atividades de investigação, experimentação e análise, proporcionando ferramentas para que os estudantes resolvam, a partir de uma perspectiva científica, situações-problema sobre eletricidade e magnetismo no contexto de vivências e conhecimentos cotidianos, inclusive do ponto de vista de sustentabilidade energética.

Sugestões metodológicas

Para começo de conversa (p. 88)

Inicie a aproximação ao tema utilizando a imagem de abertura e o conteúdo da seção. Pergunte aos estudantes o que eles enxergam na imagem de abertura. Permita um tempo para que descrevam respostas voluntariamente. Então, diga que imagens como essa são feitas por satélites em órbita e permitem visualizar a superfície da Terra mesmo quando o Sol não está iluminando o nosso planeta.

Faça as perguntas propostas aos estudantes. O objetivo dessas perguntas é que eles reflitam sobre as razões pelas quais a imagem apresenta regiões com diferentes intensidades de iluminação. Uma famosa imagem desse tipo foi feita por um astronauta na Estação Espacial Internacional e mostrou uma diferença marcante entre a Coreia do Sul e a Coreia do Norte. Enquanto a capital da Coreia do Sul, Seoul, brilha fortemente, a intensidade luminosa em Pyongyang, Coreia do Norte, é comparável às menores cidades do país vizinho. Essa diferença se reflete no consumo de energia *per capita* nos dois países: em 2018, houve um consumo de eletricidade *per capita* de 9,872 quilowatts-hora na Coreia do Sul; na Coreia do Norte, o valor foi de apenas 547 quilowatts-hora. A imagem pode ser encontrada no endereço: <http://earthobservatory.nasa.gov/images/83182/the-koreas-at-night> (acesso em: 20 jun. 2020).

Como sugestão, explore com os estudantes os mapas e as tabelas do *site IndexMundi* (disponível em: <https://www.indexmundi.com>; acesso em: 20 jun. 2020) que mostram como o consumo de eletricidade *per capita* varia de acordo com o país, usando cores para quantificar o indicador.

Explique aos estudantes que a eletricidade e o magnetismo estão relacionados e que essa relação é fundamental para a manutenção dos processos produtivos e da vida em sociedade como a conhecemos. Acrescente que o estudo do eletromagnetismo permite, por exemplo, entender como funcionam as usinas que geram a energia elétrica que abastece as cidades e até como funcionam as tarjas de cartões bancários.

Desvendando a eletricidade (p. 88)

Contextualize e exemplifique o assunto deste capítulo usando as imagens do livro. Peça aos estudantes que apontem outras situações cotidianas nas quais podem identificar fenômenos elétricos e/ou magnéticos. Por fim, pergunte a eles como seria nossa vida sem os equipamentos eletroeletrônicos aos quais estamos acostumados. Separe um tempo para que apresentem suas percepções pessoais e percebam o quanto o eletromagnetismo é fundamental nas nossas vidas.

Materiais magnetizados (p. 89)

Introduza o conceito de materiais ferromagnéticos e paramagnéticos e o processo de magnetização. O capítulo 5 do texto "Breve introdução ao eletromagnetismo para o Ensino Médio: magnetismo" (OLIVEIRA, V.; VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S., 2015) fornece maior aprofundamento sobre magnetização.

Os fenômenos magnéticos são mais fáceis de demonstrar do que os fenômenos elétricos. Parte dessa facilidade provém do fato de que podemos obter inúmeros objetos imantados mais naturalmente do que corpos carregados eletricamente. Aproveite essa possibilidade e discuta com os estudantes o que faz um objeto ser considerado um ímã. Se possível, leve para a sala de aula ímãs em forma de barra e de ferradura ou mesmo ímãs de geladeira. Peça a eles que aproximem os ímãs de borrachas, clipes de metal, canetas de plástico, alfinetes etc. Essa atração depende da forma do objeto ou do material do qual ele é constituído? Peça aos estudantes que comparem o clipe com o alfinete. Invertendo a extremidade do ímã, a atração torna-se mais ou menos intensa? Há alguma região do ímã onde a atração é maior? Solicite a eles que façam uma lista dos objetos que são atraídos pelos ímãs.

Uma bússola simples pode ser obtida com o seguinte material: agulha de costura, um pequeno ímã em forma de barra, disco de isopor com aproximadamente 1 cm de espessura e uma vasilha de diâmetro maior que o do disco. Peça aos estudantes que espetem a agulha paralelamente ao diâmetro do disco e coloquem essa bússola dentro da vasilha com água. Eles devem girar levemente o isopor e observar o que ocorre com a agulha. Solicite a eles que repitam o procedimento, girando o isopor no sentido contrário e para diferentes direções radiais. O que ocorre com a agulha? Ela fica parada em qualquer direção ou se alinha sempre em uma única?

REPRODUÇÃO PROIBIDA

Em seguida, peça aos estudantes que imantem a agulha esfregando-a no ímã de barra sempre em um mesmo sentido. Eles devem repetir todo o procedimento anterior e responder às seguintes questões: O que ocorre com a agulha após ser atritada no ímã? Qualquer metal pode ser utilizado como agulha de uma bússola? Que propriedades os materiais de que são feitas as agulhas das bússolas devem apresentar?

Um dos tópicos de maior importância no capítulo é o estabelecimento do conceito de campo de indução magnética e suas linhas de força. Se houver um retroprojetor disponível, mostre a formação dessas linhas em ímãs de diversos formatos. Para isso, use uma folha transparente e um punhado de limalha de ferro. Coloque os ímãs sobre a superfície de vidro do retroprojetor. Sobre eles, coloque a folha de acetato transparente. Polvilhe a limalha de ferro em cima da folha de acetato de maneira a atingir a região acima dos ímãs. As imagens formadas pelas linhas de força serão projetadas na tela e poderão ser percebidas com bastante precisão. Pergunte aos estudantes se imaginam por que a limalha de ferro se distribui da maneira observada. Introduza a noção de que se trata de linhas de campo magnético gerado pelos ímãs. Chame a atenção para o fato de que são contínuas e fechadas – distintas, portanto, das linhas de campo elétrico.

Eletricidade e magnetismo: como tudo começou (p. 90)

Trabalhe a importância da bússola para a orientação dos viajantes em um tempo quando a tecnologia de GPS não era sequer vislumbrada. Note que muitos estudantes podem ter tido pouco ou nenhum contato com esse instrumento. Portanto, se possível, leve um exemplar para a sala de aula e permita que eles notem que a agulha sempre tende a manter o mesmo alinhamento, devido ao campo magnético do planeta.

A ideia de que o magnetismo e a eletricidade eram dois ramos distintos da Física se sustentou durante um longo período, até que o professor dinamarquês Hans Christian Oersted, em 1820, conseguiu provar experimentalmente que, quando uma corrente elétrica passava ao longo de um fio, gerava um campo magnético.

Deve-se ressaltar que, ao contrário do que muitas vezes se afirma, esse acontecimento não foi meramente acidental – um folclore aceito por muitos autores –, já que havia alguns anos que a pesquisa de Oersted estava orientada para essa busca, pois ele acreditava em um Universo orgânico, vivo e com uma alma, de onde surgiam as forças naturais, e, nessa concepção, haveria unidade entre todas as forças (no caso, a unidade entre força elétrica e magnética).

A descoberta do efeito magnético da corrente elétrica é, nesse sentido, de valiosa importância ao desenvolvimento científico, pois estabelece uma ruptura no conhecimento a respeito da eletricidade e do magnetismo. É nesse contexto que julgamos que deve ser feita a aproximação com o conteúdo.

Habitualmente, a maioria dos estudantes compartilha a concepção de que a produção do campo magnético está associada à presença de um corpo imantado. De posse do conhecimento adquirido, eles deverão entender que um fio percorrido por corrente comporta-se como um ímã e gera um campo em um plano ortogonal ao condutor. Devem reconhecer ainda que esse campo magnético depende do formato do condutor. Trata-se de uma construção que vai demandar grande disposição mental, sobretudo porque vai exigir dos estudantes uma visão simétrica de grandezas de natureza diversa.

Sugestão de atividade complementar

Para facilitar a adoção dos modelos do eletromagnetismo – ainda que não devamos almejar modelos cujas estruturas estejam acabadas, claras e coerentes –, sugerimos a seguir algumas atividades experimentais desenvolvidas de maneira que os estudantes adquiram um conhecimento inicial sobre os conceitos desse ramo da Física, explicitamente o conceito de campo gerado por uma corrente, e consigam, ao longo do desenvolvimento das atividades, observar a relação entre as grandezas físicas envolvidas, estabelecendo um modelo explicativo para o evento. Nessas atividades, deverá ficar evidente o que muda em determinado evento e como se processa a mudança.

Se for possível, construa alguns conjuntos das montagens apresentadas a seguir e distribua uma para cada grupo de estudantes, para que observem inicialmente o posicionamento da agulha da bússola e reconheçam a direção norte-sul em relação à sala de aula.

A experiência de Oersted

Material utilizado:

- Pilhas, porta-pilha, interruptor simples, uma bússola e fios elétricos para conexão.

A montagem permite visualizar a deflexão da bússola com o acionamento do interruptor.

Ao porta-pilha são ligados os terminais de um fio e um interruptor simples. Posicione a bússola acima do fio (no caso da espira, a bússola deve ser posicionada o mais próximo possível do centro). Com a passagem de corrente, estabelece-se um campo magnético que altera a direção da agulha. Os estudantes devem acionar o interruptor algumas vezes até que todos tenham observado o fenômeno. Pergunte a eles como explicam a deflexão da agulha. Mude a posição da bússola e proponha aos estudantes que tentem "representar" qual seria a forma do campo magnético capaz de provocar a mudança na direção da agulha.

Neste endereço, há figuras que ilustram a montagem: <http://efisica.if.usp.br/eletricidade/basico/campo_corrente/exper_oersted/> (acesso em: 13 jul. 2020).

Utilize o conteúdo do tópico **O que é um eletroímã?** como introdução teórica à **Atividade prática – Montando um eletroímã**. A *Bibliografia complementar* contém material de leitura de aprofundamento sobre esse conteúdo.

ATIVIDADE PRÁTICA (p. 92)

Explique aos estudantes que o objetivo da prática é construir e testar o funcionamento de um eletroímã. Os materiais utilizados são de fácil acesso e baixo custo, portanto, recomenda-se a preparação de vários *kits* para que os estudantes realizem o experimento em grupos pequenos.

Antes da aula, prepare os materiais, montando *kits* para cada grupo. Inicie a atividade distribuindo os materiais entre os grupos. Enuncie o objetivo do experimento e liste

MODERNA

os materiais, pedindo aos estudantes que os identifiquem em seus *kits*. Oriente os grupos seguindo os procedimentos experimentais descritos. O procedimento é bastante simples, bastando que se enrole o fio condutor de cobre em um prego ou parafuso e conecte as extremidades a uma pilha ou bateria. Caso julgue necessário, assista com os estudantes ao vídeo "Como fazer um ímã elétrico, o eletroímã", no qual há uma explicação simples e detalhada sobre como construir um pequeno eletroímã. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=j2kHpzP7elQ> (acesso em: 20 jun. 2020).

A seguir, peça aos estudantes que discutam e expliquem o que acontece ao aproximar a ponta do parafuso de um conjunto de clipes. Se necessário, utilize outros pequenos objetos de metal em substituição ou complementação aos clipes de papel.

Após a realização do experimento, peça aos estudantes que considerem as questões propostas no livro. Proponha a eles que pesquisem e conversem com seus colegas e familiares para identificar algumas das principais aplicações de um eletroímã. Permita um tempo de pesquisa e sugira aos estudantes que tragam as respostas em um momento posterior. Diversos dispositivos modernos utilizam eletroímãs, por exemplo, motores, faróis de carro, campainhas, discos rígidos, disjuntores, guindastes utilizados para separar os resíduos em ferros-velhos e em portos, para carregar e descarregar contêineres.

Proponha aos estudantes que apresentem suas descobertas, comunicando-as oralmente em sala de aula, e solicite a eles que elaborem desenhos para criar um painel onde divulguem os resultados de suas pesquisas, apresentando e explicando as diversas aplicações dos eletroímãs. Afixe o painel na sala de aula ou em algum outro ambiente da escola.

É assim que se gera eletricidade (p. 92)

Explique aos estudantes que uma corrente elétrica pode surgir em um condutor imerso em um campo magnético quando ocorre variação do fluxo que o atravessa. Utilize as figuras do livro como suporte visual para discutir este tópico. Ressalte que a descoberta e o entendimento da indução eletromagnética permitiram, em grande parte, o desenvolvimento científico e tecnológico necessários para criar usinas de energia, sem as quais seria impossível fornecer eletricidade às residências, indústrias etc.

Neste ponto, por ser um conceito cuja compreensão exige dose considerável de abstração, pode ser necessário dedicar algum tempo para explicar o que é o campo magnético. Relembre aos estudantes que um campo magnético ocorre em uma região do espaço onde as cargas elétricas em movimento são sujeitas à ação de uma força magnética, capaz de alterar as suas trajetórias. Se necessário, recorra às ilustrações da página 90 para elucidar o conceito.

As atividades propostas ao fim do tópico abordam materiais magnetizados do ponto de vista teórico e fenomenológico. Determine um tempo para a realização dessas atividades. Peça aos estudantes que se organizem em duplas ou trios, discutam cada questão e pesquisem as respostas no livro. Oriente-os a escrever respostas sucintas no caderno. Após o tempo determinado, realize uma roda de conversa para que eles socializem e discutam suas respostas.

Interligações (p. 94)

Inicie o assunto tratado nessa seção perguntando aos estudantes se eles já refletiram sobre como os cartões bancários se tornaram tão importantes na atualidade. Questione-os sobre os aspectos de segurança deste recurso em comparação ao uso de dinheiro em espécie e pergunte se eles conseguem imaginar as relações comerciais contemporâneas sem este dispositivo. Por fim, pergunte se eles sabem explicar o funcionamento dos cartões de crédito. As respostas são pessoais, mas, para motivar e subsidiar a discussão, sugere-se o compartilhamento e a leitura do texto "Como funciona o cartão de crédito" (HAMANN, R., 2011).

Leia com os estudantes o texto da seção e introduza o conceito de coercividade. Por fim, peça a eles que respondam às questões propostas.

Interligações (p. 95)

Inicie o assunto dizendo que os disjuntores são uma das mais importantes aplicações modernas dos fenômenos eletromagnéticos. Pergunte aos estudantes se eles estão familiarizados com o uso desses dispositivos e se sabem onde localizá-los nas suas residências.

Oriente os estudantes na leitura do texto, à medida que interpretam o diagrama esquemático. A seguir, peça a eles que respondam às questões propostas. Como sugestão, organize-os em duplas ou trios para que discutam as questões.

A energia que utilizamos (p. 96)

Este tópico propicia uma oportunidade de trabalho interdisciplinar. Recomenda-se a participação de um professor de Química ou de Biologia. Inicie resgatando os conceitos de energia renovável e não renovável. Com base nas imagens do livro, peça aos estudantes que listem prós e contras associados a cada uma das fontes de energia renováveis e não renováveis. Como sugestão, organize os estudantes em grupos e atribua a cada grupo uma ou mais fontes de energia para discussão. A seguir peça a eles que compartilhem com os demais estudantes as suas considerações.

São apresentados exemplos de reconhecida relevância energética. No entanto, os estudantes ainda podem investigar de que maneira se obtém energia elétrica, por exemplo, nas usinas:

- eólicas – a energia mecânica dos ventos, denominada eólica, é a fonte para o gerador que a transforma em energia elétrica;
- de biomassa – a usina de biomassa utiliza materiais em decomposição, como esterco, madeira, resíduos agrícolas, restos de alimentos e demais materiais biodegradáveis para gerar energia elétrica. Esses elementos, denominados biomassa, são capazes de gerar gases cuja energia é transformada em energia elétrica;
- geotérmica – é a energia produzida de rochas derretidas no subsolo (magma), que aquecem a água no subsolo. A Islândia, por exemplo, tem uma grande quantidade de energia geotérmica aproveitável, e a energia elétrica é gerada a partir dela. As usinas elétricas aproveitam essa energia para produzir água quente e vapor. O vapor aciona as turbinas, que geram

MODERNA

quase 3 milhões de joules de energia elétrica por segundo, e a água quente percorre tubulações até chegar às casas;

- maremotriz – sistema de geração de energia elétrica no qual se utiliza o movimento de fluxo das marés para movimentar uma comporta, que está diretamente ligada a um sistema de conversão, proporcionando, assim, a geração de eletricidade. As marés servem para gerar eletricidade, que é obtida do movimento regular, a cada 12 horas de elevação (fluxo) e abaixamento (refluxo) do nível do mar.

Acreditamos que, seguindo a sequência sugerida, a compreensão do papel dos geradores pelos estudantes se estabelecerá com mais facilidade. Recomendamos que não se aprofunde em explicações sobre como se dá a conversão de energia nas turbinas do gerador. O mais importante está no fato de o estudante perceber que a geração de energia elétrica é fruto de algum tipo de transformação e que estabelecer modos alternativos, que não agridam o meio ambiente, é algo cada vez mais necessário.

Utilize os esquemas ilustrados na página 98 para discutir o funcionamento básico das usinas termelétricas, nucleares e eólicas. Ressalte que, nesses casos, os recursos naturais empregados na geração de energia são utilizados para fazer girar um dínamo ou turbina. Portanto, embora os processos de geração utilizem fontes de energia distintas, essas usinas produzem eletricidade a partir da transformação de energia mecânica, que faz girar as turbinas, gerando energia elétrica a partir da variação de um campo magnético.

Sugestão de atividade complementar

Entre as fontes de energia listadas na página 96, a energia solar é a única na qual a fonte de energia não é utilizada para fazer girar uma turbina. Peça aos estudantes que se organizem em grupos e pesquisem qual é, em termos de transformação de energia, a principal diferença no princípio da geração de energia solar quando comparado ao princípio de funcionamento das outras usinas.

Note que a energia do Sol pode ser aproveitada em duas formas, fotovoltaica ou térmica, gerando energia elétrica e térmica, respectivamente. Sugere-se que se atribua um desses dois tipos a cada grupo. Oriente-os a utilizarem diagramas, ilustrações, gráficos e tabelas para explicar suas pesquisas, sempre referenciando as fontes consultadas. Diga a eles que não é necessário se aprofundar na questão da geração de energia solar, apenas pontuar as diferenças no princípio de funcionamento com relação aos outros esquemas estudados.

Interligações (p. 99)

Inicie a abordagem do tópico questionando os estudantes se eles conhecem a possibilidade de gerar energia por meio da ação das marés. Pergunte se eles conhecem iniciativas brasileiras nesse sentido. Aproveite para discutir o fato de que toda forma de geração de energia tem aspectos positivos e negativos. Como sugestão, organize uma roda de conversa sobre este tema. Consulte material adicional sobre o conteúdo dessa seção em *Bibliografia complementar*. Por fim, organize os estudantes em duplas ou trios para que discutam e respondam às questões propostas.

Matriz energética e matriz elétrica brasileira (p. 100)

Auxilie os estudantes na interpretação dos gráficos sobre o tema. Peça a eles que identifiquem as principais fontes de energia consumidas no Brasil. Pergunte aos estudantes se a matriz energética brasileira é semelhante ou diferente da mundial. Note que a energética do Brasil é muito diferente da mundial, pois o país utiliza mais fontes renováveis que o resto do mundo.

Utilize as atividades propostas para discutir aspectos quantitativos e qualitativos sobre o tema. Auxilie os estudantes na leitura e interpretação dos gráficos relativos às matrizes elétricas brasileira e mundial.

Equipamentos e consumo residencial (p. 101)

Proponha aos estudantes que organizem os equipamentos mostrados nas imagens (chuveiro elétrico, lâmpadas, computador e televisor) em ordem decrescente de consumo de energia, sendo o primeiro lugar aquele que mais consome e o quarto lugar o que menos consome energia. Sugere-se fazer uma contagem e registrar qual dos equipamentos foi o mais apontado como responsável pelo maior consumo. A seguir, revise o conceito de potência e recorde aos estudantes as expressões matemáticas utilizadas para calcular a potência de um equipamento e o seu consumo de energia.

Relembre os prefixos quilo e mega do Sistema Internacional de Unidades. Desenvolva passo a passo com os estudantes o cálculo do consumo de energia por um chuveiro elétrico. Então, peça a eles que pesquisem a potência média dos demais equipamentos listados e calculem o consumo médio mensal para verificar as suas respostas. Para as lâmpadas, uniformize o cálculo, considerando, por exemplo, uma casa com 10 lâmpadas ligadas em uma média de 6 horas diárias.

Interligações (p. 103)

Inicie a aproximação ao tema perguntando aos estudantes se eles já viram algum carro elétrico circulando no seu município ou se têm conhecimento da existência de infraestrutura de abastecimento desse tipo de veículo na sua região. Diga a eles que, atualmente, os veículos a gasolina ou *diesel* ainda representam cerca de um terço da frota circulante de veículos brasileiros e que veículos *flex*, que rodam com álcool ou gasolina, correspondem aos outros dois terços.

Peça aos estudantes que realizem individualmente a leitura do texto. A seguir, organize-os em duplas ou trios. Leia com eles a questão proposta e peça que a discutam, anotando em tópicos os impactos ambientais positivos e negativos e as consequências sociais e econômicas dessa transformação. Caso julgue necessário, permita um tempo de pesquisa e peça a eles que tragam as respostas em um momento posterior. Note que, em âmbito local, o carro elétrico é muito mais eficiente que um carro movido pela queima de combustíveis fósseis, já que não emite gases tóxicos e não aumenta a poluição sonora. No entanto, no âmbito global, deve-se levar em conta a poluição decorrente da produção de eletricidade para carregar as baterias e do descarte das baterias após seu

MANUAL DO PROFESSOR

tempo de vida útil. Deve-se levar em conta também que o uso massivo de carros elétricos vai aumentar a demanda por energia, exigindo grande investimento em infraestrutura na geração e distribuição, e que, se essa demanda não for suprida por fontes renováveis e não poluentes, a redução local da poluição não compensará os aspectos globais.

Por fim, organize uma roda de conversa para que todos socializem suas reflexões e conclusões, discutindo os impactos que novas tecnologias podem ocasionar. Este tópico possibilita uma oportunidade de trabalho interdisciplinar que pode contar com a participação de um professor de Geografia.

Avaliação

Para avaliação do processo ensino-aprendizagem do conteúdo deste capítulo, sugere-se verificar se o estudante desenvolveu, ou está desenvolvendo, a capacidade de utilizar os conceitos estudados como instrumento para compreender e explicar a realidade. Assim, mais que uma avaliação objetiva, priorize a realização de atividades nas quais os conceitos sejam explorados de forma compreensiva.

Como sugestão, solicite aos estudantes a construção de mapas conceituais sobre diferentes aspectos abordados ao longo do capítulo. O mapa conceitual consiste em um diagrama que representa visualmente as relações entre conceitos e ideias. Essa ferramenta permite sintetizar informações, integrando conceitos novos e antigos para melhor compreender a ideia geral. Assim, por exemplo, após o item **A energia que utilizamos**, proponha aos estudantes a construção de um mapa conceitual sobre o que foi discutido. Nesse mapa, espera-se que os estudantes, partindo do conceito geral de energia, identifiquem, hierarquicamente, fontes de energia renováveis e não renováveis, exemplos de cada um desses dois tipos, aplicações e assim por diante.

É importante discutir detalhadamente com os estudantes como deve ser estruturada a construção de um mapa conceitual e quais aspectos serão considerados na sua avaliação.

Adicionalmente, sugere-se considerar a produção realizada pelo estudante durante o desenvolvimento do capítulo, incluindo resolução de atividades, realização de pesquisas, apresentações e participação nas discussões. Com este propósito, ao iniciar o capítulo, sugira aos estudantes que criem um portfólio no qual façam um registro de todas as atividades propostas. Oriente-os sempre que uma nova atividade for incluída no portfólio, oferecendo instruções claras sobre o que será avaliado ao final da construção do portfólio.

Bibliografia complementar

- LEITE. C. Ondas do mar podem ser transformadas em energia no Ceará em 2020. *O Povo*, 14 jan. 2020. Disponível em: <https://www.opovo.com.br/noticias/ceara/2020/01/14/ondas-do-mar-podem-ser-transformadas-em-energia-no-ceara-em-2020.html>. Acesso em: 13 abr. 2021.

  Esta matéria traz informações sobre o projeto pioneiro de uma usina maremotriz no Brasil, localizada no quebra-mar do Porto de Pecém, no Ceará.
- BEZERRA LEITE NETO, P. *et al*. Exploração de energia maremotriz para geração de eletricidade: aspectos básicos e principais tendências. Ingeniare. *Revista chilena de ingeniería*, Arica, v. 19, n. 2, p. 219-232, 2011. Disponível em: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052011000200007&lng=es&nrm5iso>. Acesso em: 9 jun. 2020.

  Neste artigo, os autores discutem as marés como fonte de energia, abordando os princípios básicos de exploração da energia maremotriz, as principais tecnologias utilizadas e os princípios de operação de uma usina maremotriz. Além disso, são destacados alguns aspectos importantes, tais como ambientais e econômicos, envolvidos nesta forma de geração de energia.
- CARROS Elétricos. *Cadernos FGV Energia*, Rio de Janeiro, ano 4, n. 7, 2017. Disponível em: <https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/caderno_carros_eletricos-fgv-book.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2020.

  A publicação trata dos desafios e oportunidades ligados ao desenvolvimento dos carros elétricos não só no Brasil, mas também no mundo, contemplando os setores energético, ambiental e automotivo. O professor pode apresentar aos estudantes dados, gráficos e tabelas.
- EMPRESA de Pesquisa Energética. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 10 jun. 2020.

  O *site* da EPE disponibiliza informações, dados e recursos diversos sobre a área o setor energético, cobrindo energia elétrica, petróleo, gás natural e seus derivados e biocombustíveis.
- FERREIRA, F. C.; ARRUDA SILVA, L. H. de; Reflexão compartilhada na formação continuada de professores de ciências: relato de experiência envolvendo relações CTS. *Poiésis – Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação*, v. 10, p. 169-181, 2016. Disponível em: <http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/Poiesis/article/view/2727/2871>. Acesso em: 9 jun. 2020.

  Neste artigo, os autores refletem sobre a articulação entre os conteúdos de Física e o entorno dos estudantes, utilizando o uso de cartões eletrônicos e magnéticos como elemento contextualizador.
- HAMANN, R. Como funciona o cartão de crédito. *Tecmundo*, 2011. Disponível em: <http://www.tecmundo.com.br/infografico/8058-como-funciona-o-cartao-de-credito.htm>. Acesso em: 9 jun. 2020.

  Texto informativo que discute funcionamento, benefícios e cuidados necessários para a utilização dos cartões de crédito e débito.
- KRAPAS, S. *et al*. Prego voador: um desafio para estudantes de eletromagnetismo. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 599-602, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172005000400014>. Acesso em: 9 jun. 2020.

  Os autores apresentam um experimento didático de baixo custo para estudar o comportamento de materiais ferromagnéticos sob a ação de campos magnéticos produzidos por um solenoide.
- NOCE, T. *Estudo do funcionamento de veículos elétricos e contribuições ao seu aperfeiçoamento*. 2010. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte (MG). Disponível em: <http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EngMecanica_NoceT_1.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2020.

  O autor apresenta o histórico dos veículos elétricos no Brasil, abordando a forma de abastecimento, o sistema de armazenamento de energia e a dinâmica de funcionamento, com o objetivo de estudar os entraves à inserção do veículo elétrico no mercado nacional.

CÓPIA

- OLIVEIRA, V.; VEIT, E. A.; ARAÚJO, I. S. *Breve introdução ao eletromagnetismo para o Ensino Médio*: magnetismo. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Instituto de Física, 2015. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/gpef/textos/eletromagnetismo_oliveira_veit_araujo.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2020.

  Este texto tem como objetivo apresentar os conceitos fundamentais de eletromagnetismo para que possam ser trabalhados por estudantes e professores do Ensino Médio.
- PINHEIRO, A. A. *O magnetismo no cotidiano e sua importância no ensino médio*. 2016. Monografia (graduação) – Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de Educação Ciências e Letras de Igatu, Graduação em Física, Iguatu (CE). Disponível em: <http://www.uece.br/fisicaiguatu/dmdocuments/Alecsandra_Alves_PinheiroO_MAGNESTISMO_NO_COTIDIANO_E_SUA_IMPORT%C3%82NCIA_NO_ENSINO_M%C3%89DIO_-_2016.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2020.

  A autora realiza um resgate histórico do magnetismo, desde o seu surgimento na Grécia antiga até suas mais diversas aplicações nos dias atuais, e analisa a abordagem desse tema no Ensino Médio.
- SOUZA FILHO, M. P.; CALUZI, J. J. Sobre as experiências relativas à imantação do ferro e do aço pela ação da corrente voltaica: uma tradução comentada do artigo escrito por François Arago. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 160, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172009000100012>. Acesso em: 9 jun. 2020.

  O objetivo deste texto é divulgar e comentar um dos principais trabalhos escritos por Dominique François Jean Arago (1786-1853) sobre eletromagnetismo. Trata-se de uma descrição das experiências feitas por ele relativas à magnetização do ferro e do aço pela ação da corrente voltaica.

Resoluções

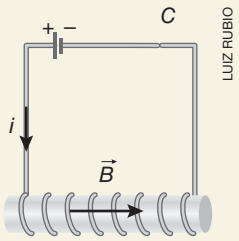
Interligações (p. 94)

1. Coercividade é a medida da capacidade de um material ferromagnético resistir à orientação de suas partículas elementares quando submetido a um campo magnético. Esse conceito está fortemente ligado à durabilidade do cartão: quanto maior a coercividade, maior será a vida útil do cartão, pois este pode ser exposto a campos magnéticos intensos e, ainda assim, se manter magnetizado.
2. Tarjas de alta coercividade necessitam de campos da ordem de 320.000 T para terem os dados gravados alterados. Esse valor é cerca de 8 bilhões de vezes maior do que o valor do campo magnético terrestre.

Atividades (p. 95)

1. Para testar se o objeto é, de fato, um pedaço de magnetita, algumas possibilidades são: aproximar a magnetita de objetos de ferro ou outros metais e verificar se esses objetos são atraídos por ela; aproximar a magnetita de uma bússola e verificar se a agulha é atraída pela magnetita; construir uma bússola com o pedaço de magnetita, suspendendo-o pelo centro de massa com um barbante, e verificar se a pedra mantém a orientação definida com uma extremidade apontando para o norte e a outra extremidade, para o sul magnético da Terra.
2. Para imantar a ponta da chave de fenda, esta deve ser friccionada a um dos polos de um ímã, mantendo sempre o mesmo sentido de fricção. Alternativamente, a ponta da chave de fenda pode ser mantida em contato com um ímã ou colocada na região entre seus polos por algum tempo. Para verificar a imantação, deve-se observar se objetos de ferro, como, por exemplo, parafusos, são atraídos pela ponta da chave de fenda.
3. Uma tesoura de costura, estando magnetizada por algum processo de imantação, como o atrito, por exemplo, pode atrair pequenos alfinetes, pois estes são metálicos, ou seja, são constituídos de material ferromagnético. Ao aproximar a tesoura de um alfinete, os ímãs elementares que o constituem se alinham, de forma que ele é atraído. Já o plástico e a madeira são materiais paramagnéticos. Uma vez que a imantação desses materiais é improvável, os carretéis não sofrem influência magnética da tesoura.
4. A proposição da estudante é incorreta, pois eletroímãs são dispositivos construídos enrolando-se um fio em uma peça de ferro e aplicando uma ddp, de forma que a passagem de corrente pelo fio provoca o surgimento de um campo magnético na peça de ferro. No entanto, vale ressaltar que é possível fazer uma analogia entre eletroímãs e os demais ímãs. Nos ímãs elementares, a configuração dos átomos é tal que o material é permanentemente magnético, e isso se deve ao movimento das cargas elétricas em seu interior. Analogamente, nos eletroímãs, em nível atômico, a corrente usada para gerar o campo magnético pode ser identificada pelo movimento de elétrons que orbitam ao redor do núcleo positivo.
5. Quando a chave é fechada, surge no interior do eletroímã um campo magnético cujo sentido é representado na figura ao lado.

   Assim, o polo próximo ao ímã será um polo norte e haverá repulsão.



LUIZ RUBIO

6. Ao apertar o botão da campainha, o circuito é fechado, de forma que nele passa a circular corrente. Essa corrente gera um campo magnético no interior do eletroímã, que atrai a armadura, fazendo com que ela se mova e bata no gongo.

Interligações (p. 95)

1. A corrente elétrica que circula pela bobina gera em seu centro um campo magnético que tende a atrair um corpo metálico, como é o caso da armadura A do esquema. Tal atração faz com que a mola se distenda e assim "desarme" o disjuntor.

2. Pela regra da mão direita, se a corrente entrar no plano pelo lado direito da bobina, o campo magnético gerado terá sentido para baixo do desenho, ou seja, em direção à base da bobina. Dessa forma, a bobina é um eletroímã que tem, na parte mais baixa, o polo sul; na parte superior, o polo norte, uma vez que dentro da bobina as linhas de campo do campo magnético orientam-se do sul para o norte.

Interligações (p. 99)

1. São positivos os pontos (b) e (e) e são negativos os pontos (a), (c), (d) e (f).

Atividades (p. 101)

1. **a)** Para a matriz energética brasileira, o porcentual relacionado às energias renováveis é de 80,3%. Para a matriz energética mundial, o porcentual relacionado às energias renováveis é de 24,5%.
   b) A maior parte da energia elétrica que é produzida no nosso país é gerada a partir das usinas hidrelétricas devido à abundância de grandes rios que percorrem diversos tipos de terrenos, com planaltos e depressões.
   c) A diferença entre porcentuais entre as fontes não renováveis no mundo e no Brasil é de aproximadamente 55,8%.
2. O motivo principal dessa diminuição foi devido ao acidente nuclear de Fukushima em 11 de março de 2011, causado pelo derretimento de três dos seis reatores nucleares que havia na usina após ser atingida por um *tsunami* provocado por um maremoto de grande magnitude.

Interligações (p. 103)

1. Resposta pessoal. Ponderar os benefícios das novas tecnologias, a geração de lixo e os impactos ao ambiente.

Atividades (p. 104)

1. Uma resposta possível é dada a seguir. Supondo que uma lavadora de potência 600 W é utilizada por seis horas semanalmente, em um mês, ela terá um tempo de uso de aproximadamente 24 horas de funcionamento, assim, a energia consumida por ela será:
   $600\ W \cdot 24\ horas = 14.400\ Wh$ ou $14,4\ kWh$
   Logo, o valor em reais pago pela energia consumida por essa lavadora é de:
   R$ 4,00 ——— 1 kWh
   R$ x ——— 14,4 kWh
   $\therefore x \simeq$ R$ 57,60
2. Para o televisor de 42 polegadas, tem-se:
   $250\ W \cdot 1,5\ horas \cdot 30\ dias = 11,25\ kWh$.
   Então, o gasto com esse televisor será:
   R$ 6,00 ——— 1 kWh
   R$ x_1 ——— 11,25 kWh
   $\therefore x_1 =$ R$ 67,50
   Por outro lado, para o televisor de 52 polegadas:
   $310\ W \cdot 1,5\ horas \cdot 30\ dias = 13,95\ kWh$. Portanto, o gasto com esse televisor será:
   R$ 6,00 ——— 1 kWh
   R$ x_2 ——— 13,95 kWh
   $\therefore x_2 =$ R$ 83,70
   A diferença mensal no custo da utilização desses televisores é de:
   $x = x_2 - x_1 \Rightarrow$ R$ 16,20

Comunicando ideias (p. 105)

Resposta pessoal. Nesse momento precisam ser ponderadas as vantagens e desvantagens na implantação de parques solares.

Vantagens: baixo impacto ao ambiente, instalação simples, grande tempo de vida útil, ser utilizada em regiões onde ainda não existe uma distribuição de energia pela rede elétrica convencional.

Desvantagens: alto custo de aquisição, não gera energia à noite e baixa capacidade de armazenamento.

ATIVIDADES FINAIS (p. 106)

1. Alternativa **c**. A questão fala sobre a necessidade de fontes de energia renováveis que causem menos impacto ambiental. Considerando as alternativas dadas, essas características são mais adequadas às células solares e aos geradores eólicos que utilizam, respectivamente, a luz solar e o vento como fontes de energia. Esses dois recursos vêm sendo cada dia mais estudados e utilizados para gerar energia limpa.
2. Alternativa **b**. Observando o diagrama apresentado, nota-se que a rede elétrica é abastecida de duas formas: pelas turbinas eólicas e pela planta mista de geração de energia. Portanto, caso as turbinas eólicas parem de funcionar pela ausência de ventos, ainda é possível misturar o hidrogênio e o biogás para gerar calor e eletricidade e, assim, fornecer energia para a rede elétrica por meio da planta mista de geração de energia. Seu funcionamento se mantém devido ao armazenamento de hidrogênio, que, ao ser misturado com biogás, é transformado em eletricidade e calor.
   Para responder à questão, o estudante precisa ler e observar as etapas, identificando a função de cada elemento dessa estação. Além de identificar as variáveis e relações que permitem chegar a uma conclusão, é possível identificar um fluxo entre essas etapas, o que lembra um fluxograma que representa um algoritmo. Perceber essas relações e condições pode contribuir para o desenvolvimento do pilar **algoritmo** do pensamento computacional.
3. Alternativa **d**. Utilizando a equação da potência, $P = U \cdot i$, com $U = 600$ V e $i = 2$ A, tem-se:
   $P = 600 \cdot 2 = 1.200$ W.
   Comparando essa potência com os valores dados na tabela, vemos que é equivalente à potência consumida pela churrasqueira elétrica.

MOEDA

Capítulo 5

Impactos ambientais

Professor indicado

Recomenda-se que esse capítulo seja trabalhado pelo professor de Química.

BNCC – competências e habilidades trabalhadas

Estão indicadas a seguir, a partir da BNCC, competências gerais, competências específicas e habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, assim como competências específicas de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, cujo desenvolvimento é favorecido no capítulo. Para isso, são apontados os momentos em que seu trabalho pode ser propício.

Competência geral	Justificativa	Páginas
2	Apresenta textos e atividades que tratam os problemas da poluição atmosférica e das águas de forma ampla e temática, além de apresentar conceitos químicos que explicam, em grande parte, os danos à saúde humana causados pela exposição a materiais particulados e substâncias tóxicas, como os metais pesados. Por exemplo, na seção *Interligações – A camada de ozônio e o Prêmio Nobel de 1995*, os estudantes realizam uma pesquisa e produzem um texto sobre os estudos científicos da camada de ozônio e os acordos internacionais que têm como objetivo reduzir sua destruição, de maneira que podem exercitar a curiosidade intelectual e a análise crítica de informações. Na seção *Comunicando ideias*, os estudantes realizam pesquisas e, com base nas informações obtidas e em sua análise crítica, produzem uma apresentação sobre o tema e propostas de mudanças de comportamento para contribuir com a redução do problema do aquecimento global. Na seção *Próximos passos*, os estudantes realizam uma pesquisa sobre a água (poluição, tratamento, entre outros) e podem exercitar a investigação, a reflexão e a análise crítica das informações obtidas.	116, 124, 126, 128, 129, 132, 134, 135, 136
4	São propostas atividades em que os estudantes produzem diferentes materiais visando ao compartilhamento de informações e à expressão de ideias. Por exemplo, na seção *Interligações – A camada de ozônio e o Prêmio Nobel de 1995*, os estudantes são convidados a produzir um texto para expressar as informações obtidas na pesquisa sobre os estudos científicos da camada de ozônio e os acordos internacionais que têm como objetivo reduzir sua destruição. Na atividade 10 da seção *Atividades*, o estudantes produzem um texto para expressar suas ideias sobre soluções para reduzir a emissão de materiais particulados, tendo como base a pesquisa em fontes confiáveis. Na seção *Comunicando ideias*, os estudantes produzem uma apresentação que levem ao entendimento mútuo sobre as consequências do aquecimento global e formas de mitigá-lo.	116, 119, 129, 132, 135
5	O capítulo tem atividades de pesquisas de artigos científicos, reportagens e notícias, que podem ser realizadas na internet, nas quais os estudantes são incentivados a analisar de maneira crítica e reflexiva as informações obtidas, para selecionar aquelas que julgam relevantes para a produção de materiais diversos. Por exemplo, no *Interligações – A camada de ozônio e o Prêmio Nobel de 1995*, os estudantes podem usar a internet para pesquisar os estudos científicos da camada de ozônio e os acordos internacionais que têm como objetivo reduzir sua destruição e analisar criticamente as informações encontradas, selecionando aquelas que julgam ser confiáveis. Na questão 10 da seção *Atividades*, os estudantes realizam uma pesquisa e análise crítica de notícias da internet, com orientações para selecionar fontes confiáveis de informações.	116, 119
6	Na atividade 4 das *Atividades finais*, os estudantes são incentivados a refletir e reconhecer alguns riscos a que os trabalhadores de áreas portuárias estão expostos, o que possibilita a reflexão e o entendimento sobre temas que envolvem a segurança do trabalho.	135
7	A obtenção e o consumo de energia, a priorização de transporte individual e a maneira como consumimos têm gerado efeitos danosos ao ambiente e à saúde humana. Esses aspectos são abordados ao longo do capítulo encorajando os estudantes a argumentarem sobre a necessidade de mudança de hábitos e soluções que visam ao cuidado socioambiental. Por exemplo, na questão 10 da seção *Atividades*, os estudantes podem produzir textos com argumentos que justifiquem suas ideias para a promoção da consciência ambiental em relação à emissão de materiais particulados e o cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta. Na produção da apresentação sobre as consequências do aquecimento global e formas de mitigá-lo proposta na seção *Comunicando ideias*, os estudantes exercitam a apresentação de argumentos, ideias e pontos de vista para a promoção da consciência socioambiental. Em outra seção *Atividades*, os estudantes apresentam argumentos que explicam as dificuldades de tratar a água salobra e salgada nas estações de tratamento da maioria das regiões do Brasil.	119, 129, 132, 134

continua

continuação

9	No trabalho em grupo proposto na seção *Comunicando ideias*, os estudantes podem exercitar a capacidade de cooperação e resolução de conflitos para chegar a um consenso sobre as decisões relativas à produção de uma apresentação sobre os impactos do aquecimento global.	129
10	Na reflexão e nas propostas de soluções que contribuam para a redução do aquecimento global, trabalhadas na seção *Comunicando ideias*, os estudantes são incentivados a pensar e agir com flexibilidade sobre as mudanças de comportamentos pessoais e coletivas.	129

Competência específica	Habilidade	Justificativa	Páginas
1	EM13CNT101	São propostas atividades nas quais os estudantes analisam e realizam previsões sobre processos de tratamento de água.	134, 135
	EM13CNT104	São propostas atividades nas quais os estudantes são incentivados a avaliar os riscos à saúde e ao ambiente pela exposição de materiais particulados, chuva ácida, gases poluentes e metais pesados.	119, 126, 131, 132
	EM13CNT105	As atividades de análise dos impactos ambientais da chuva ácida, do aquecimento global e da emissão dos poluentes atmosféricos permitem aos estudantes reconhecer os efeitos das atividades humanas nos ciclos biogeoquímicos e propor soluções para esses problemas.	126, 129, 135
	EM13CNT106	Na seção *Comunicando ideias*, os estudantes realizam pesquisas que oportunizam a avaliação e reflexão sobre as demandas, consumo e impactos socioambientais relacionados com a obtenção e geração de energia, além de soluções conectadas ao tema.	129
2	EM13CNT203	A avaliação das informações sobre a contaminação de uma área do ambiente marinho, da qual se obtêm alimentos, oportuniza aos estudantes relacionar e prever os possíveis efeitos prejudiciais aos ecossistemas e à saúde humana.	132
	EM13CNT206	A emissão de poluentes atmosféricos estabelece um ponto de reflexão frente à necessidade de dialogar com os aspectos associados à maneira como consumimos (seja produtos, energia, seja modo de vida etc.), os impactos no ambiente e formas mais sustentáveis de se preservar o planeta.	126, 129
3	EM13CNT301	São propostas diversas atividades nas quais os estudantes elaboram hipóteses, estimativas, argumentos e justificativas com base nos conhecimentos científicos.	126, 128, 130, 134, 136, 137
	EM13CNT302	Nas atividades propostas, os estudantes são incentivados a produzir diferentes materiais para comunicar as informações obtidas em suas pesquisas que oportunizam o debate sobre os desafios atuais da sociedade relacionados à sustentabilidade, conservação e preservação do ambiente.	116,129, 132
	EM13CNT303	O assunto de poluição atmosférica e das águas é recorrente e ainda sem solução definitiva, por isso se faz presente nos estudos atuais. Ao longo do capítulo são apresentados textos e atividades que abordam a temática, e os estudantes são convidados a ponderar a problemática por meio de pesquisas e análise crítica das informações levantadas.	116, 129, 135, 136
	EM13CNT306	As atividades oportunizam aos estudantes a avaliação do risco à exposição de poluentes que afetam a saúde humana e a reflexão sobre comportamentos de segurança que visem assegurar a integridade física individual e coletiva.	132, 135
	EM13CNT307	Com a análise das propriedades dos poluentes atmosféricos e seus efeitos no organismo humano, os estudantes podem avaliar comportamentos de segurança e soluções relacionados a esses poluentes.	119, 135

Competência específica de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas	Justificativa	Páginas
1. Analisar processos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais nos âmbitos local, regional, nacional e mundial em diferentes tempos, a partir da pluralidade de procedimentos epistemológicos, científicos e tecnológicos, de modo a compreender e posicionar-se criticamente em relação a eles, considerando diferentes pontos de vista e tomando decisões baseadas em argumentos e fontes de natureza científica.	Na atividade 2 da seção *Atividades*, os estudantes analisam e propõem explicações para a associação da chuva ácida com a Revolução Industrial, contribuindo para a compreensão dos processos socioambientais.	128
3. Analisar e avaliar criticamente as relações de diferentes grupos, povos e sociedades com a natureza (produção, distribuição e consumo) e seus impactos econômicos e socioambientais, com vistas à proposição de alternativas que respeitem e promovam a consciência, a ética socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional, nacional e global.	Na seção *Comunicando ideias*, os estudantes têm a oportunidade de analisar criticamente o comércio dos créditos de carbono realizado entre países e as soluções propostas por diferentes especialistas para o problema do aquecimento global.	129

Conhecimentos prévios para o melhor aproveitamento do conteúdo

Para a melhor compreensão dos conteúdos abordados neste capítulo, é importante que os estudantes estejam familiarizados com alguns conceitos de eletroquímica, definição e interpretação de pH, solubilidade, massa molar, mol, caráter ácido e básico, além de serem capazes de expressar e interpretar diferentes formas de concentração.

A seguir estão detalhadas as habilidades, do Anos Finais do Ensino Fundamental, que são base para a compreensão do conhecimento abordado neste capítulo e que serão aprofundadas. Caso necessário, retome alguns conceitos que julgar mais pertinentes.

- **EF06CI03**: Selecionar métodos mais adequados para a separação de diferentes sistemas heterogêneos a partir da identificação de processos de separação de materiais (como a produção de sal de cozinha, a destilação de petróleo, entre outros).
- **EF07CI05**: Discutir o uso de diferentes tipos de combustível e máquinas térmicas ao longo do tempo, para avaliar avanços, questões econômicas e problemas socioambientais causados pela produção e uso desses materiais e máquinas.
- **EF07CI06**: Discutir e avaliar mudanças econômicas, culturais e sociais, tanto na vida cotidiana quanto no mundo do trabalho, decorrentes do desenvolvimento de novos materiais e tecnologias (como automação e informatização).
- **EF07CI12**: Demonstrar que o ar é uma mistura de gases, identificando sua composição, e discutir fenômenos naturais ou antrópicos que podem alterar essa composição.
- **EF07CI13**: Descrever o mecanismo natural do efeito estufa, seu papel fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra, discutir as ações humanas responsáveis pelo seu aumento artificial (queima dos combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas etc.) e selecionar e implementar propostas para a reversão ou controle desse quadro.
- **EF07CI14**: Justificar a importância da camada de ozônio para a vida na Terra, identificando os fatores que aumentam ou diminuem sua presença na atmosfera, e discutir propostas individuais e coletivas para sua preservação.
- **EF08CI01**: Identificar e classificar diferentes fontes (renováveis e não renováveis) e tipos de energia utilizados em residências, comunidades ou cidades.
- **EF08CI05**: Propor ações coletivas para otimizar o uso de energia elétrica em sua escola e/ou comunidade, com base na seleção de equipamentos segundo critérios de sustentabilidade (consumo de energia e eficiência energética) e hábitos de consumo responsável.

Objetivos do capítulo

Neste capítulo, os estudantes terão a oportunidade de avaliar causas, efeitos e possíveis soluções para: a poluição atmosférica no cotidiano, sobretudo sobre a vida, a saúde humana e nosso estilo de vida, utilizando conceitos químicos; a poluição das águas, avaliando a importância da coleta e do tratamento de esgoto, além de conhecer as etapas desse tratamento em uma estação de tratamento de esgoto (ETE).

Ao final do estudo desse capítulo, espera-se que o estudante seja capaz de:

- entender os principais componentes químicos do ar atmosférico;
- conceituar poluente atmosférico e conhecer os principais componentes de uma atmosfera poluída, diferenciando-os;
- relacionar os efeitos da poluição atmosférica com algumas consequências à saúde humana;
- diferenciar combustões completas das incompletas, representando-as por meio de equações químicas;
- compreender os diferentes papeis do ozônio: bactericida, poluente atmosférico, protetor da vida na "camada de ozônio", entendendo a importância do estabelecimento de medidas de controle público para a preservação da camada;
- relacionar consumo e estilo de vida com a intensificação do efeito estufa;
- estabelecer relação entre a toxicidade do monóxido de carbono e de outros poluentes e a saúde humana;
- interpretar o fenômeno de inversão térmica e de sua importância para episódios de agravamento da concentração de poluentes atmosféricos;
- reconhecer as principais fontes de poluição da água, propondo soluções que minimizem o problema;
- identificar e descrever etapas do processo de tratamento de esgoto.

O capítulo explicita como muitas atividades humanas têm impactado de maneira negativa o ambiente e aborda estratégias de mitigação desses impactos, visando uma relação mais sustentável com o planeta e com outros seres vivos e, por consequência buscando preservar uma melhor qualidade de vida. Essa abordagem propicia que os estudantes reflitam acerca de seus hábitos e comportamentos, tendo em vista o papel que desempenham como membros da sociedade. Valoriza-se assim que por meio da análise crítica

MODERNA

dos principais fatores que contribuem para a degradação do ambiente, desenvolvam a capacidade de argumentar, posicionando-se frente a essas questões.

É importante que os estudantes vejam o mundo que os rodeia com base nas lentes do conhecimento da Ciência, podendo assim contribuir no futuro para uma sociedade que tenha mais consciência socioambiental e mais respeito pelo nosso planeta e os seres que o habitam, compreendendo que a nossa saúde depende da preservação do ambiente.

Sugestões metodológicas

Para começo de conversa (p. 108)

Inicie a explicação recapitulando o que ocorreu na pandemia do coronavírus (covid-19) e quais foram os impactos e as mudanças na nossa forma de viver em sociedade. Em seguida, auxilie os estudantes na leitura e interpretação das imagens, destacando a diferença do tamanho das áreas vermelhas, que indicam a redução da concentração de dióxido de nitrogênio (NO_2). Utilize as perguntas no final da página e estimule a reflexão dos alunos sobre a mudança presente nas imagens.

A redução da concentração de dióxido de nitrogênio no período da pandemia refere-se à diminuição de veículos automotores nas ruas e avenidas da cidade, além da redução das atividades industriais de maneira geral.

Levante as causas responsáveis por haver menos carros nas ruas e faça-os perceber que uma série de motivos pode levar a essa diminuição, como as medidas progressivas de distanciamento social que incluíram:

- a suspensão de todas as aulas presenciais em todas as etapas de ensino, do infantil até o ensino superior;
- a proibição de aglomerações e eventos, como festas e *shows*;
- a adoção do regime de trabalho remoto (*home office*) pelas empresas;
- a diminuição e restrição da frota de transporte público – ônibus, trens e metrô;
- o fechamento de estabelecimento de serviços não essenciais.

Após elencados os motivos, explique que grande parte da frota brasileira é movida a combustíveis fósseis, como gasolina e *diesel*, e que esses combustíveis, ao serem queimados, liberam óxidos de nitrogênio e outros poluentes atmosféricos. Aproveite para abordar o controle da emissão desses poluentes e a importância da manutenção dos catalisadores automotivos – que são responsáveis por filtrar parte dos poluentes liberados.

Qualidade do ar (p. 109)

Inicie o tema questionando os estudantes e refletindo sobre o que eles sabem a respeito do ar atmosférico e suas propriedades. Esse momento é importante para identificar os conhecimentos prévios dos estudantes e possíveis concepções alternativas e, a partir disso, repensar e fazer ajustes necessários no planejamento das próximas aulas, para que elas contemplem essas questões.

Elabore com os estudantes uma nuvem de palavras, ferramenta utilizada para representar visualmente a frequência e o peso com que determinadas palavras são citadas. Quanto mais vezes elas são citadas ou indicadas, maiores e mais destacadas devem ser suas representações na nuvem.

Para essa construção, escreva no centro da lousa o termo "qualidade do ar" e peça aos estudantes que pensem em palavras que eles acham se relacionem a esse termo, anotando-as na lousa conforme eles forem citando. Como a construção da nuvem de palavras, neste caso, é manual, pode ser difícil dar ênfase ou destaque a elas usando apenas a lousa. Ao final, solicite aos estudantes também que registrem em seus cadernos o que foi colocado na lousa. Isso será retomado no final do trabalho com o capítulo.

Converse com eles e discutam o que significa o termo "puro" em relação à qualidade do ar. Analise com os estudantes a tabela apresentada na página 109 e sugira que representem os dados de maneira gráfica. Permita que eles escolham o tipo de representação.

Sempre que julgar necessário, sugira a eles que identifiquem na tabela periódica a posição dos elementos químicos citados no texto.

Preocupações com a qualidade do ar (p. 109)

Inicie a discussão desse tópico relembrando com os estudantes o conceito de efeito estufa, estudado nos Anos Finais do Ensino Fundamental. Questione-os o que é o efeito estufa e aproveite este momento para identificar eventuais concepções alternativas e conduzi-los à reflexão.

Peça aos estudantes que leiam o texto relacionado a esse tópico e, em seguida, atue como mediador da leitura e discussão dos gráficos. No primeiro gráfico, solicite que analisem os eixos e elaborem hipóteses acerca do crescimento do consumo energético que, apesar de aumentar com o crescimento populacional, não cresce na mesma taxa. Em relação aos gráficos apresentados no **Livro do Estudante**, questione qual é a tendência de mudança de produção energética e por qual motivo eles acreditam que esse padrão de mudança está ocorrendo. Após a análise isolada de cada gráfico, questione-os sobre quais inferências eles podem fazer a partir da análise conjunta dos gráficos. Converse com os estudantes a respeito da matriz energética e do crescimento populacional, explicando também o conceito de capacidade suporte do planeta.

Conceito de poluente atmosférico (p. 110)

Inicie a aula questionando se algum dos estudantes tem problema de saúde relacionado à poluição do ar. Escute os relatos e converse com eles sobre quais as diferenças entre os poluentes atmosféricos e se imaginam como eles poderiam ser classificados.

Este tópico apresenta uma oportunidade de trabalho interdisciplinar, ao abordar o conceito de bioacumulação e a forma como esse conceito pode ser aplicado para o monitoramento ambiental.

Principais fontes de poluição atmosférica (p. 111)

Analise com os estudantes as fotografias da erupção vulcânica e das queimadas. Questione-os sobre a composição da fumaça, como esses poluentes se dispersam no ar e qual é o alcance desses poluentes. Comente que, durante queimadas que ocorreram em setembro de 2019, na região da Floresta Amazônica, os poluentes chegaram a atingir estados do Sul e Sudeste do Brasil. Cinzas vulcânicas também podem ser carregadas por

longas distâncias. Atualmente, a principal fonte natural de poluentes atmosféricos no Brasil são as queimadas. Esse cenário também é agravado pelo fato de muitas pessoas ainda colocarem fogo no terreno ou no quintal para remover a vegetação para limpá-lo. Essa prática é ilegal e pode sair de controle, provocando incêndios maiores.

Principais poluentes primários (p. 113)

Leia o texto com os estudantes e questione-os se algum deles apresenta algum tipo de doença respiratória (asma, bronquite, rinite). Então, explique que essas doenças podem ser agravadas pela presença de materiais particulados no ar. Mencione que estudos comprovam que há correlação positiva entre sintomas de rinite (espirro, coriza e obstrução nasal) e concentração de materiais particulados. Aproveite a oportunidade para trabalhar com o professor de Biologia, que pode trazer propostas de trabalho sobre o sistema respiratório e sua fisiologia.

Poluentes atmosféricos gasosos (p. 114)

O gráfico da camada da atmosfera apresenta algumas nomenclaturas que não são explicadas, por não serem essenciais à compreensão do tema abordado. Para mais informações sobre essas camadas, consulte o texto a seguir.

Camadas da atmosfera

As camadas da atmosfera terrestre não podem ser compreendidas como algo isolado, mas sim como parte de um sistema que se mostra complexo e desafiador. Você vai perceber que a atmosfera varia muito em termos de característica, a partir de sua base para o alto, já que iremos abordar primeiro as camadas mais próximas da Terra, e que são justamente as camadas mais estudadas, até chegar no limite entre o que é atmosfera e o que é espaço, limite esse que é extremamente difícil de se apontar com exatidão.

[…] a atmosfera está estruturada em três camadas relativamente quentes, separadas por duas camadas relativamente frias. As camadas quentes seriam a Troposfera, a Estratosfera e a Atmosfera Superior (separada em Mesosfera, Termosfera e Exosfera). As camadas frias intermediárias seriam a Tropopausa e a Estratopausa […].

Troposfera

Trata-se da camada mais baixa da atmosfera, contendo perto de 75% da massa gasosa total da atmosfera e todo o vapor d'água existente na mesma. Importante identificar aqui que essa camada é onde ocorrem de forma mais marcante os fenômenos do clima e, principalmente, do tempo, e […] tem sido descrita como a camada da atmosfera que estabelece as condições de tempo.

Estratosfera

A Estratosfera é a segunda camada da atmosfera, iniciando logo após a Tropopausa e se estendendo até próximo dos 50 quilômetros de altitude, representando cerca de 10% da massa atmosférica. Nessa camada temos algumas diferenças em relação à Troposfera, já que aqui a temperatura aumenta com a altitude. […] O principal desses constituintes atmosféricos presentes na Estratosfera é o ozônio, que está quase todo nessa camada, principalmente próximo aos 22 quilômetros de altitude.

[…] Acima da Estratosfera temos uma camada denominada Estratopausa, que é uma das camadas que são ligeiramente mais frias que as outras. Ela funciona como uma interligação, e sua compreensão deve ser a do todo, não bastando isolar pequenas áreas e estudá-las sem correlação com áreas vizinhas e com o grande quadro climático.

Atmosfera superior

Trata de uma camada relativamente pouco explorada, ainda mais se compararmos com a Troposfera, e é uma área onde o debate científico acerca de suas classificações ocorre com maior intensidade. […] é geralmente considerada como começando a partir da estratopausa e terminando onde a atmosfera se funde com o espaço exterior. Aqui trabalharemos com três camadas para compor a Atmosfera superior, sendo elas a Mesosfera, a Termosfera e a Exosfera.

[…] A Mesosfera é a camada da Atmosfera onde acontecem os fenômenos dos raios cósmicos, que são na verdade partículas, com grande capacidade energética, que se movimentam próximas à velocidade da luz no espaço. Os raios cósmicos são importantes ferramentas que nos ajudam a entender melhor o universo.

Outra camada, chamada de Termosfera, tem como característica o aumento de temperatura conforme maior a altitude, isso devido à absorção da radiação ultravioleta pelo oxigênio atômico. […] Segundo estudos, a temperatura nas camadas da Atmosfera superior sofre grande variação diurna e sazonal, sendo consideravelmente mais alta durante o dia. Essa camada é o

MODERNA

local das Auroras Boreais, de alguns satélites artificiais e também de alguns ônibus espaciais.

Por fim, temos uma camada denominada de Exosfera, que tem uma base que se estende de uma altitude que varia dos 500 até os 750 quilômetros, podendo, por vezes, até ultrapassar essa altitude indicada. […] A atmosfera não tem um limite superior exato, porém torna-se menos densa, progressiva e de forma rápida antes que finalmente ela se confunda com o espaço.

Fonte: ZANATTA, I. F. S. *et al*. *Climatologia*. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2016.

Interligações (p. 116)

Ao realizar as propostas desta seção, os estudantes poderão desenvolver as **competências gerais 2**, **4** e **5**, além de trabalhar a habilidade EM13CNT303. Nesta atividade, investigarão informações sobre a camada de ozônio tanto em artigos quanto em textos de divulgação científica em diferentes mídias, analisando os dados e interpretando-os, avaliando a confiabilidade das informações.

Se possível, apresente aos estudantes os vídeos anuais da camada de ozônio disponibilizados pela NASA na sua página oficial. Neles, você poderá demonstrar como tínhamos um problema grave – devido à passagem direta de raios UVB – e como decisões globais, abordadas no livro do estudante, têm ajudado a camada de ozônio a se recuperar de forma gradual.

Por meio das animações, também é possível perceber que o buraco na camada de ozônio é sazonal e ocorre somente nos polos sul e norte (há opção de animação para ambos os polos, mas sugerimos o polo sul, onde o problema é mais agudo). Trabalhe com os estudantes a ideia de unidade e de que, mesmo que o fenômeno ocorra somente nos polos, é devido ao nosso comportamento enquanto sociedade que o problema se agravou nos anos 80 e 90, sendo reduzido de forma gradual, com previsões de restabelecimento a níveis aceitáveis somente em 2050.

Os vídeos podem ser encontrados neste *site* (<https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/multimedia/index.html>), acesso em: 26 jul. 2020; sugerimos utilizar o vídeo mais antigo disponível (de 1981), um intermediário (de 1994) e um mais atual (de 2019, por exemplo). No vídeo, as cores frias (roxo e azul) indicam baixa concentração de ozônio na estratosfera, enquanto as cores quentes (vermelho e amarelo) indicam maior concentração.

Relacione os anos com (1) a primeira teoria acerca do uso de clorofluorocarbonetos (CFC) em 1974, (2) a assinatura do Protocolo de Montreal em 1987 como um esforço global para o banimento no uso de CFCs e (3) o Prêmio Nobel aos cientistas envolvidos no estudo pioneiro relacionado à camada de ozônio em 1995. Mostre aos estudantes que, na Ciência, as descobertas e as evoluções de temas até então desconhecidos são graduais, sendo o conhecimento compartilhado entre profissionais da área, e a importância desse tipo de trabalho no nosso cotidiano.

Para esta abordagem, sugerimos a participação do professor de Geografia, que poderá abordar temas relacionados à rotação da Terra, movimentos de translação e estações do ano, pois a redução da concentração de ozônio ocorre principalmente no verão, quando há maior incidência de raios UVB que excitam os átomos e as moléculas na estratosfera, acelerando a velocidade das reações que originam o buraco na camada de ozônio.

Monóxido de carbono: CO (p. 116)

É sabido hoje que o tabagismo é prejudicial à saúde humana. Porém, nem sempre tivemos essa consciência. Trabalhe com os estudantes a evolução do tabagismo no Brasil e como – com a Ciência – desenvolvemos um posicionamento crítico e a capacidade de avaliar os riscos relacionados ao tabagismo.

Explique que o cigarro foi inserido, primeiramente, em classes de maior nível econômico e, na época, simbolizava *status*, poder e *glamour*. Porém, conforme o uso foi se tornando mais acessível e popular, os problemas começaram a surgir, desencadeando estudos relacionados à saúde humana e ao hábito de fumar. Aborde a concentração de monóxido de carbono no sangue através de hemoglobina.

Sugestões de fonte de pesquisa

- BCC. Como o maior buraco na camada de ozônio no Polo Norte finalmente se fechou. *G1*, 1º maio 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2020/05/01/como-o-maior-buraco-na-camada-de-ozonio-no-polo-norte-finalmente-se-fechou.ghtml>. Acesso em: 15 jun. 2020.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *A camada de ozônio*. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/clima/protecao-da-camada-de-ozonio/a-camada-de-ozonio>. Acesso em: 15 jun. 2020.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Plano Nacional de Eliminação de CFCs – PNC*. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/clima/protecao-da-camada-de-ozonio/acoes-brasileiras-para-protecao-da-camada-de-ozonio/plano-nacional-de-elimina%C3%A7%C3%A3o-de-cfcs-pnc>. Acesso em: 15 jun. 2020.
- ROCHA-FILHO, R. C. Camada de ozônio dá Nobel. *Química Nova na Escola*, São Paulo/SP, n. 2, nov. 1995. Acessos em: 26 ago. 2020.

Esses estudos foram o ponto de partida para que as políticas públicas necessárias fossem criadas, promovendo o bem-estar social e minimizando os riscos relacionados ao tabagismo. Indique como leitura o artigo "Ascensão e queda do tabaco", disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/ascensao-e-queda-do-tabaco/>; acesso em: 26 jul. 2020. Sugerimos requisitar aos estudantes que a leitura seja realizada em suas residências, antes ou depois da discussão em salda de aula. Explique, se possível com o professor de Geografia, como os governos implementam políticas públicas que visam ao bem-estar social – como no caso do tabaco, em que os impostos são consideravelmente maiores, o uso é restringido a maiores de 18 anos e a propaganda é proibida.

Aproveite o tema para também conscientizar os jovens sobre o uso do narguilé e os problemas de saúde decorrentes de sua utilização. Pesquisas têm apontado que as pessoas acreditam que a fumaça aspirada é menos nociva do que o cigarro devido à presença de filtros. No entanto, seu uso é mais nocivo à saúde.

Para saber mais sobre o tema, recomendamos a leitura do manual de orientações "Tabaco ou saúde: o uso do narguilé", elaborado pelo Instituto Nacional de Câncer (Inca) em parceria com o Ministério da Saúde e a Coordenação de prevenção e vigilância, disponível em: <https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files/media/document/manual-dia-nacional-combate-fumo-2019.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2020.

REPRODUÇÃO

Atividades (p. 119)

Para a atividade 10, sugere-se que os estudantes pesquisem notícias sobre problemas de poluição por particulados decorrentes de mineração ou de queimadas. Infelizmente, essas últimas são frequentes no Brasil. São preferíveis as que tenham fotos de pessoas usando máscaras para impedir que partículas atinjam o aparelho respiratório. No caso de trabalhadores de minas, é interessante que se pesquisem a composição dessas partículas e de que forma elas afetam o organismo humano.

Na publicação do Ministério do Trabalho, Cadernos de Atenção Básica número 5, no item "Doenças relacionadas ao trabalho", há informações sobre ambientes insalubres devido à presença de partículas em suspensão. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/saude_trabalhador_cab5_2ed.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2020.

Óxidos de nitrogênio e *smog* fotoquímico (p. 120)

Após a apresentação do tema, proponha aos estudantes que listem os problemas causados pelo *smog* fotoquímico, como os relacionados à saúde humana (como piora de quadros de bronquite, asma e rinite) – na verdade, todo o ecossistema é afetado. Enfatize que eles podem propor ou até mesmo cobrar ações de governantes para reduzir esse fenômeno.

Esclareça que os catalisadores automotivos contribuem para a redução desse tipo de poluição atmosférica.

Padrões de qualidade do ar (p. 122)

Apresente aos estudantes os principais poluentes e informe que o efeito desses poluentes na saúde humana depende tanto do estado de saúde de cada pessoa como da concentração desses poluentes no ar atmosférico. A classificação da qualidade do ar está diretamente relacionada aos efeitos na saúde humana, como mostra a tabela a seguir, que também apresenta quais são os poluentes monitorados pela estação de avaliação.

Qualidade	Índice	MP_{10} (μg/m³) 24h	$MP_{2,5}$ (μg/m³) 24h	O_3 (μg/m³) 8h	CO (ppm) 8h	NO_2 (μg/m³) 1h	SO_2 (μg/m³) 24h	Fumaça (μg/m³) 24h	Significado
N1 - BOA	0 - 40	0 - 50	0 - 25	0 - 100	0 - 9	0 - 200	0 - 20	0 - 50	
N2 - MODERADA	41 - 80	> 50 - 100	> 25 - 50	> 100 - 130	> 9 - 11	> 200 - 240	> 20 - 40	> 50 - 100	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população em geral não é afetada.
N3 - RUIM	81 - 120	> 100 - 150	> 50 - 75	> 130 - 160	> 11 - 13	> 240 - 320	> 40 - 365	> 100 - 150	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
N4 - MUITO RUIM	121 - 200	> 150 - 250	> 75 - 125	> 160 - 200	> 13 - 15	> 320 - 1.130	> 365 - 800	> 150 - 250	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas).
N5 - PÉSSIMA	> 200	> 250	> 125	> 200	> 15	> 1.130	> 800	> 250	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

Fonte: Cetesb.

Ao final do trabalho com esses tópicos, sugerimos a realização da atividade *Podcast: Poluição atmosférica*, proposta a seguir.

MODELO

Sugestão de atividade complementar: *Podcast* – Poluição atmosférica

Essa atividade propicia o desenvolvimento das habilidades EM13CNT104, EM13CNT306, EM13CNT309 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e a competência específica 3 de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas.

Podcasts são áudios, de duração variada, disseminados de maneira *on-line* principalmente por plataformas de áudio e entretenimento. Nasceram inspirados em programas de rádio e uma de suas funções principais é informar acerca de um tema. Nesta atividade, os estudantes terão de discorrer sobre a poluição atmosférica e os problemas de saúde, atrelando-os a fontes de emissões locais.

Metodologia

1. Esta atividade poderá ser feita individualmente ou em grupos reduzidos (sugerimos até 3 estudantes por *podcast*).
2. Explique aos estudantes que eles vão fazer um *podcast* e que, para isso, deverão preparar um texto de 1 a 2 páginas onde discorrerão sobre a temática poluição atmosférica, danos à saúde humana e possíveis alternativas para diminuir a emissão dos poluentes atmosféricos. Peça que os exemplos dados sejam locais; caso a escola esteja em um centro urbano mediano ou grande, a emissão feita por automóveis é suficiente. Caso a realidade escolar seja interiorana, queimadas (de reservas ou na agricultura) podem servir de exemplo. Peça que, além dos exemplos, façam uma abordagem química não aprofundada, explique que o *podcast* terá a função de informar e que a sociedade em geral pode não estar familiarizada com termos técnicos (como $MP_{2,5}$ (material particulado fino) e molécula, por exemplo). Caso algum estudante tenha familiares da área da saúde, eles poderão ser convidados a participar do *podcast*. Esse texto será utilizado como estruturante nos conceitos e exemplos que serão abordados no *podcast*.
3. Estimule os estudantes a procurar outros *podcasts* já disponíveis nas plataformas de áudio para que eles se familiarizem com essa ferramenta de comunicação.
4. Após a construção do texto e a estruturação do conteúdo que será abordado, peça aos estudantes que definam o formato do *podcast*, que poderá ser de entrevista ou como comentarista. A eleição é livre. Se entender necessário, peça ajuda do professor de Língua Portuguesa para definir outras formas de abordagem e auxiliar os estudantes com a parte técnica textual.
5. Para a edição do áudio, os estudantes poderão utilizar algum *software* de edição de áudio ou, se preferirem, poderão gravar o *podcast* em uma única tomada. Isso dependerá da facilidade de cada um. Caso exista na escola um laboratório de informática e um professor da área, ele poderá participar dessa atividade contribuindo para a criação do *podcast*.
6. Na hora de gravar o áudio, faça as seguintes sugestões aos estudantes: (a) gravar em um local silencioso onde não haja ruído interno e externo; (b) utilizar fone de ouvido com microfone para melhorar a captura do áudio; (c) falar próximo ao microfone do fone de ouvido para o áudio não falhar; (d) não passar de 5 min; (e) revisar a cada gravação se o áudio ficou bom ou se o que foi dito realmente está como esperado; (f) inserir uma música inicial e uma final como introdução e finalização do *podcast* (essa música pode ser tocada por outro dispositivo e gravada pelo microfone ou editada no *software* de áudio); e (g) não se esquecer das partes introdutória e final cumprimentando e agradecendo os ouvintes.
7. Grande parte das plataformas de compartilhamento de áudios disponibiliza a opção de subir um *podcast*; basta ter uma conta criada. Caso prefira não divulgar os trabalhos para a comunidade em geral, os *podcasts* podem ser disponibilizados apenas em plataformas de vídeo, com visualização restrita aos que possuem o *link* de compartilhamento – não sendo possível encontrá-los por meio da opção de busca.

Avaliação da atividade

Sugerimos avaliar a participação, inovação e interação entre os estudantes, bem como a pertinência com que os conceitos químicos são apresentados. Avalie também a capacidade deles em discorrer sobre um assunto técnico para o público em geral. Sugerimos que sejam estabelecidos pesos para cada um dos atributos, conforme preferência pessoal.

A chuva ácida (p. 124)

Ao trabalhar a temática de chuvas ácidas, já terão sido abordadas as principais reações químicas que ocorrem na atmosfera em consequência da emissão de poluentes. Nesse tópico, o conceito de solubilidade será utilizado para explicar como um gás pode interferir no pH da chuva. Relacione como o fenômeno de chuva ácida é uma cadeia de causas e efeitos identificando fontes antropogênicas e naturais. Destaque que a chuva ácida pode ocorrer naturalmente como um fenômeno pontual, em decorrência, por exemplo, da atividade vulcânica. No entanto, os riscos ao ambiente são agravados por sua ocorrência crônica e sistemática relacionada às emissões antropogênicas.

Convide o professor de Biologia para abordar de maneira mais aprofundada as consequências da chuva ácida em certos animais ou tipos de vegetação. Certamente ele poderá aportar em uma contextualização nessa parte aprofundando a discussão.

Se julgar pertinente, para auxiliar na visão do todo, utilize o infográfico disponível em: <https://www.iberdrola.com/wcorp/gc/prod/pt_BR/comunicacion/docs/Infografico_causas_consequencias_chuva_acida.pdf>; acesso em: 26 jul. 2020. Ele apresenta as fontes de emissão, os processos de reações no ar atmosférico e as consequências ao meio ambiente e à sociedade. Peça aos estudantes que recriem e complementem no caderno o infográfico com as reações químicas trabalhadas no capítulo.

Indicamos que seja trabalhado, com todos, o nível submicroscópico após a atividade de complementar o infográfico com as equações químicas. Conduza esta última etapa indicando aos estudantes que os átomos sejam representados de tamanhos e cores diferentes e que, ao desenhar no infográfico, seja utilizado o recurso de *zoom*.

Caso tenha dúvidas sobre a relação entre submicroscópico, macroscópico e simbólico, sugerimos a leitura do artigo "Representações para o Processo de Dissolução em Livros Didáticos de Química: o Caso do PNLEM", da *Revista Química Nova na Escola*. Nesse artigo, os autores abordam os níveis de representações e as imagens utilizadas para o ensino de Química.

Atividades

(p. 128)

Durante a pesquisa proposta na atividade 4 os estudantes deverão estar atentos às variáveis da topografia que influenciam na qualidade do ar. Para enriquecer a atividade, oriente-os a destacar quais são essas características e o que pode ser feito para compensar influência da topografia. Compreender a relação entre topografia e dispersão de poluentes permite que os alunos coloquem em prática um dos pilares do *pensamento computacional*, a **abstração**, pois devem identificar as variáveis influentes na situação observada descartando aquelas que não se relacionam.

Comunicando ideias

(p. 129)

O trabalho com essa atividade favorece o desenvolvimento das competências gerais 2, 4, 7, 9 e 10 e das habilidades EM13CNT104, EM13CNT105, EM13CNT106, EM13CNT206 e EM13CNT303 e a competência 3 de Ciências Humanas e Aplicadas. Os estudantes podem buscar informações diretamente no *site* do IPCC, em português. Há, inclusive, um relatório, publicado em português em julho de 2019, sobre os impactos do aquecimento global de 1,5 °C e como os governantes podem pensar em respostas para esse fato. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portuguese-version.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2020.

- Resposta pessoal. A principal consequência direta relativa ao efeito estufa está relacionada com o aumento da temperatura média global. Isso significa que nem todos os lugares do planeta terão as temperaturas elevadas na mesma magnitude; nos últimos cem anos, a temperatura média global da superfície do planeta aumentou em 0,74 °C. Em decorrência desse aumento, e das previsões que não são otimistas, pode-se esperar problemas relacionados ao aumento do nível do mar (perda de território e alagamento de partes das cidades litorâneas), seca acentuada, alteração na vegetação e no solo inviabilizando regiões hoje cultiváveis, degelo dos polos sul e norte diminuindo o hábitat de espécies da região e, por consequência, o número de exemplares etc.
- Resposta pessoal. De maneira geral, as medidas estão relacionadas ao consumir de forma consciente e à preferência por transporte coletivo ou alternativo (como bicicletas e caminhadas). Quanto à vida local, podemos citar: consumir de forma consciente sem exagero e consumismo, priorizar transporte coletivo e alternativo ao individual, eleger empresas que possuem responsabilidade ambiental na hora de consumir, evitar desperdício de alimentos, reciclar o lixo doméstico, utilizar eletrodomésticos com eficiência energética, economizar energia elétrica, priorizar produtos locais, verificar se a madeira que está comprando é certificada, etc.
- Os países, a partir do Protocolo de Kyoto, firmaram metas de emissão de gases de efeito estufa. Cada país não poderá emitir mais que o estabelecido (os valores máximos são diferentes para cada país) e, caso ultrapasse essa quantidade, deverá comprar créditos de carbono para compensar a emissão extra. O oposto também é verdadeiro; um país que emite menos do que o seu máximo permitido poderá gerar créditos de carbono que poderão ser vendidos aos países que emitiram quantidades superiores. Dessa maneira, se pretende fixar a quantidade total global de gases de efeito estufa emitido. Caso o Brasil emita menos gases de efeito estufa do que o máximo permitido, poderá comercializar créditos de carbono com os países que necessitem, gerando fonte de renda. Com isso, os créditos de carbono incentivam que os países

MODERNA

melhorem os processos industriais para garantir que menos gases sejam emitidos e que mais crédito de carbono possa ser comercializando, transformando-o em recurso financeiro, o qual poderá ser reinvestido na indústria e no meio ambiente. Cabe lembrar que um país que necessite comprar créditos de carbono para compensar a emissão acima do permitido só poderá fazê-lo até certo limite.

Sugestões de fonte de pesquisa

- CETESB. *Programa Estadual de Mudanças Climáticas do Estado de São Paulo*. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/proclima/>. Acesso em: 10 abr. 2021.
- GRIFFITHS, S. Como nossos hábitos online podem ser nocivos para o planeta. *BBC Brasil*. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/vert-fut-52907152>. Acesso em: 15 jun. 2020.
- SATO, P. Como funcionam os créditos de carbono? *Nova Escola*. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/1089/como-funcionam-os-creditos-de-carbono>. Acesso em: 15 jun. 2020.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Mudança do clima mais perto da população*. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/noticia-acom-2016-11-2001>. Acesso em: 10 abr. 2021.
- TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C. A química no efeito estufa. *Química Nova na Escola*, São Paulo/SP, n. 8, nov. 1998. Acessos em: 26 ago. 2020.

Sugerimos deixar que os estudantes decidam o formato de suas apresentações, orientando-os a considerar a quem se destina a apresentação. Como exemplo, pode-se citar a produção de um documento oficial, para ser entregue a um vereador ou deputado, sobre medidas de combate ao aquecimento global.

Poluição da água (p. 129)

Para a melhor compreensão deste tópico, sugerimos a realização da atividade *Visita guiada a uma estação de tratamento de esgoto (ETE)*, proposta como *Sugestão de atividade complementar*.

Sugestão de atividade complementar: Visita guiada a uma estação de tratamento de esgoto (ETE)

Essa atividade propicia o desenvolvimento das habilidades EM13CNT104, EM13CNT310 e EM13CNT302.

Geralmente, empresas responsáveis pelo tratamento da água possuem setores destinados à divulgação científica que recebem visitas guiadas de grupos de estudantes. Procure a empresa de saneamento de seu município e veja a possibilidade de realizar uma visita guiada.

Metodologia

As empresas de saneamento básico que realizam esse tipo de atividade já possuem um roteiro bem estruturado para receber os estudantes. Dessa forma, vamos deixar como sugestão uma metodologia de levantamento de dados.

1. Antes de realizar a visita, peça aos estudantes que elaborem perguntas e curiosidades que eles possuem. Essas perguntas deverão ser respondidas ao longo da visita, seja pela abordagem do guia, seja pelo questionamento do estudante.
2. Oriente-os a levar um caderno para fazer anotações ao longo da visita. Caso seja permitido, peça também que levem câmeras fotográficas ou celulares com câmera para efeito de registro.

Avaliação da atividade

Opção 1: Explique aos estudantes que a avaliação será baseada em um trabalho individual em que eles deverão desenhar um esquema com todas as etapas de tratamento de esgoto observadas na visita. Ressalte que não será avaliado o desenho, mas sim a pertinência do esquema. Explique que, além do esquema, os estudantes deverão explicar cada etapa indicando-a no desenho realizado. Essa atividade pode ser feita utilizando fluxograma no lugar de um desenho, com as etapas de uma ETE. Sugerimos deixar a critério dos estudantes. Avalie a validade e a ordem das etapas apresentadas, o uso de conceitos químicos relacionados ao tratamento e se as etapas e suas respectivas explicações estão condizentes.

Opção 2: De maneira análoga à opção 1, sugerimos a apresentação em forma de cartazes ou em *slides*, que deverá ser realizada em aulas de Química de outras séries e anos. Nesta opção de avaliação, os estudantes poderão ser multiplicadores do conhecimento.

Comunicando ideias (p. 131)

O desenvolvimento desta atividade favorece o desenvolvimento das *competências gerais 2*, *3* e *4* e a habilidade EM13CNT104. Sugerimos convidar o professor de Língua Portuguesa para o desenvolvimento interdisciplinar dessa atividade, trabalhando os diferentes gêneros de discurso que podem ser explorados. Oriente os estudantes a trabalharem em grupos. É interessante que cada grupo explore um aspecto diferente relacionado ao tema.

- Resposta pessoal. Oriente os alunos na elaboração do resumo. Se for possível, convide o professor de Língua Portuguesa para contribuir com a atividade. Peça aos estudantes que leiam atentamente as informações pesquisadas, destaquem os pontos mais importantes e fundamentais de cada texto e organizem as ideias principais.
- Resposta pessoal. Espera-se que, entre as respostas dos estudantes, sejam indicadas: o licenciamento ambiental, o monitoramento das barragens em todas as fases de desenvolvimento e o aumento na fiscalização de barragens. Para a reparação de danos causados ao ambiente, pode-se estipular a criação de um Fundo para desastres, de modo a indenizar rapidamente as famílias desabrigadas.
- Para a elaboração de esquetes, sugerimos a leitura doo artigo:
  - LOMEU, E. R. Práticas de oralidade na escola: gênero esquete. Juiz de fora: UFJF, 2018. Disponível em: <https://www.ufjf.br/projetodeoralidade/files/2018/06/1-Esquete-.pdf> Acessos em: 26 ago. 2020.

IMPRIMA

Sugestões de fonte de pesquisa

- Portal G1. *10 pontos para entender o vazamento de barragem de mineradora que contamina Barcarena, no PA*. Disponível em: <https://g1.globo.com/pa/para/noticia/10-pontos-para-entender-o-vazamento-de-barragem-de-mineradora-que-contamina-barcarena-no-pa.ghtml>.
- MOTA, C. V. *Após dois anos, impacto ambiental do desastre em Mariana ainda não é totalmente conhecido*. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-41873660>.
- AGÊNCIA BRASIL DE NOTÍCIAS. *Barcarena, cidade contaminada*. Disponível em: <https://tvbrasil.ebc.com.br/caminhos-da-reportagem/2018/05/barcarena-cidade-contaminada#:~:text=Em%20Barcarena%2C%20na%20regi%C3%A3o%20metropolitana,por%20acidentes%20ambientais%20h%C3%A1%20anos.&text=Embargos%20da%20Justi%C3%A7a%2C%20do%20Ibama,metade%20da%20produ%C3%A7%C3%A3o%20da%20mineradora.>.
- BBC. *Brumadinho pode ser maior acidente de trabalho do Brasil*. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2019/01/29/brumadinho-pode-ser-maior-acidente-de-trabalho-do-brasil.ghtml>.
- LIMA, L. *Entenda quais são os impactos ambientais do rompimento da barragem em Brumadinho*. Disponível em: <https://ufmg.br/comunicacao/noticias/entenda-quais-sao-os-impactos-ambientais-do-rompimento-da-barragem-em-brumadinho#:~:text=O%20rompimento%20da%20barragem%20da,27%20hectares%20de%20Mata%20Atl%C3%A2ntica.>.
- Rodrigues, S. *Retrospectiva:* Rompimento da barragem de Brumadinho foi a primeira grande tragédia ambiental do ano. Disponível em: <https://www.oeco.org.br/noticias/rompimento-da-barragem-de-brumadinho-e-a-primeira-grande-tragedia-ambiental-do-ano/>.

  Acessos em: 29 ago. 2020.

Avaliação

Sugestão 1: avaliação da produção de um mapa conceitual. O mapa conceitual é uma ferramenta que auxilia na relação e interconexão de conceitos, priorizando a organização do conhecimento e a revisão de conceitos vistos – seja qual for a área de conhecimento. Um mapa conceitual é formado por vários conceitos, representados em caixas conectadas por termos de ligações que determinam a natureza dessa relação entre ambos os conceitos. O conjunto de conexões forma o mapa conceitual, que se propõe a responder a uma pergunta. Vale ressaltar que, assim como em uma redação, não existe mapa correto ou incorreto, mas sim uma avaliação qualitativa do mapa dadas as conexões entre conceitos estabelecidas. Desde o ponto de vista conceitual, as conexões podem ser corretas ou não. Assim, a avaliação será pautada por atributos qualitativos do mapa e pela validade das conexões feitas.

Para essa avaliação, explique aos estudantes do que se trata um mapa conceitual.

Em seguida, peça aos estudantes que, a partir de uma lista de conceitos dada, façam as relações entre os conceitos utilizando termos de ligações. Aqui é importante explicar aos estudantes que: (1) um conceito não pode aparecer mais de uma vez no mesmo mapa conceitual; (2) um conceito não pode ser utilizado como termos de ligação; (3) sugere-se que os conceitos considerados mais gerais estejam no topo do mapa; (4) exemplos são adicionados por último e são livres.

A lista de conceitos e a pergunta a que o mapa vai responder são sugestões. A lista poderá ser suprimida ou estendida de acordo com o tempo disponível para a validação e/ou o nível de aprofundamento que se deseja dar à atividade. Sugerimos duas aulas como tempo considerado razoável para realizar esta atividade de avaliação.

A pergunta sugerida para a lista de conceitos a seguir é: *Poluição Atmosférica, o que é isso?* Para responder a essa pergunta, sugerimos cinquenta conceitos que estão relacionados a seguir em ordem alfabética: *argônio (Ar), alvéolos pulmonares, antropogênica, ar atmosférico, ar poluído, ar "puro", atividade industrial, camada de ozônio, carboxiemoglobina, chuva ácida, clorofluorocarbonetos (CFCs, combustão completa, combustão incompleta, combustões, concentração, consumo de energia, dióxido de enxofre (SO_2), efeito estufa, efeitos sinérgicos, fuligem, gás carbônico (CO_2), inversão térmica, material particulado, monóxido de carbono (CO), natural, nitrogênio (N_2), óxidos de nitrogênio (NOx), oxiemoglobina, oxigênio (O_2), ozônio (O_3), padrão primário, padrão secundário, poluente primário, poluente secundário, poluentes, propriedades carcinogênicas, qualidade do ar, queima de carvão, queima de derivados de petróleo, queima de madeira, queimas de vegetação, radiação ultravioleta (UVB), revolução industrial, Segunda Guerra Mundial, sistema respiratório,* **smog** *fotoquímico, sulfeto de hidrogênio (H_2S), trióxido de enxofre (SO_3) e troca gasosa.*

Quanto à avaliação, tente fazê-la de maneira percentual. Por exemplo, se um estudante fez 10 relações das quais 2 estão erradas conceitualmente, atribua 80% da nota a este estudante, pois ele acertou 8 das 10 relações feitas. Você também pode pedir um mínimo de quantidade de conceitos usados e ligações feitas, porém tenha cautela para não estabelecer um número muito grande, forçando os estudantes a "criar" ligações que não conhecem apenas para cumprir a quantidade mínima.

Essa atividade, além de ajudar os estudantes a estabelecer conexões entre os conceitos estudados ao longo do capítulo, os ajudará caso tenham que rever o assunto para uma avaliação.

Indicamos os artigos a seguir sobre o uso de mapas conceituais como ferramentas de avaliação de aprendizagem. Você poderá tê-lo como um plano de fundo caso queira se familiarizar com o uso dessa ferramenta no ensino de Química.

- LIMA, J. A. *et al*. Avaliação da aprendizagem em Química com uso de mapas conceituais. *Revista Thema*. v. 14. n. 2. p. 37-49. 2017.
- MOREIRA, M. A. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. Rio Grande do Sul: UFRGS, 1997. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2020.

Sugestão 2: retome a nuvem de palavras elaborada no início do capítulo e peça aos estudantes que, individualmente, reavaliem e verifiquem o que gostariam de acrescentar ou de excluir. Ao final, eles devem compilar as informações de todas as nuvens de palavras produzidas pela turma, analisando a frequência de ocorrência de cada termo e montando uma nuvem de palavras em um *site* ou aplicativo. A definição da frequência que cada palavra foi citada afetará o tamanho de cada palavra na nuvem: as mais citadas ficam maiores e as pouco citadas, menores. Com a

MANUAL DO PROFESSOR

nuvem pronta, os estudantes podem fazer uma apresentação, argumentando por que há palavras citadas com maior ou menor frequência, aproveitando para retomar conceitos importantes do capítulo. Com esse trabalho, pode-se observar e avaliar se os estudantes apresentam argumentos com base nos conhecimentos adquiridos no estudo do capítulo e a forma como eles os expressam.

Bibliografia complementar

- AGÊNCIA RÁDIO WEB. *Poluição atmosférica pode afetar ciclo reprodutivo das mulheres*. RW Saúde – principais notícias de saúde, jan. 2020. Disponível em: <https://www.spreaker.com/user/agenciaradioweb/200121111353bol-taissa-reproducaopoluica>. Acesso em: 26 jul. 2020.

  Esse *podcast* de saúde apresenta um estudo realizado na França que concluiu que a poluição atmosférica pode afetar o ciclo reprodutivo das mulheres, diminuindo a fertilidade. O estudo francês se baseou em um estudo brasileiro que analisou o ciclo menstrual de ratas expostas à poluição do ar. O *podcast* tem 4 min 25 s
- JORNAL DA USP. *Fornos a lenha das pizzarias contribuem para o aumento da poluição*. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/fornos-a-lenha-das-pizzarias-contribuem-para-aumento-da-poluicao/>. Acesso em: 14 jun. 2020.

  Uma notícia, no mínimo, curiosa. Sempre que pensamos em poluição do ar e emissão de material particulado, nos vem à cabeça emissão por veículos automotores, indústrias e incêndios florestais. Essa notícia nos adverte sobre como a cultura pode impactar o ambiente: no caso dos paulistanos que costumam comer muita *pizza*, 117 mil toneladas de material particulado fino são emitidas anualmente por pizzarias somente no município de São Paulo. O áudio tem 27 min 41 s e um resumo em texto.
- MARQUES, A. J.; FILGUEIRAS, C. A. L. A química atmosférica no Brasil de 1790 a 1853. *Química Nova na Escola*, São Paulo/SP, v. 33, n. 7, p. 1612-1619, 2010.

  Ainda que o tema seja de cunho atual e os desafios vividos pela sociedade sejam mais acentuados na atualidade, pouco se fala sobre o histórico da temática no Brasil. Neste artigo, são abordados trabalhos pioneiros, experimentais e especulativos, realizados entre 1790 e 1853, que nos permitiram abrir espaço de discussões e estudo da química atmosférica no Brasil.
- MOZETO, A. A. Química Atmosférica: a química sobre nossas cabeças. *Química Nova na Escola,* São Paulo/SP, ed. especial, maio 2001.

  O artigo apresenta de forma teórica os conceitos e as reações químicas relacionados à química atmosférica – área da Química que estuda as reações que ocorrem no ar, sejam os emissores naturais, sejam os antrópicos. Explica a estrutura e composição da atmosfera terrestre, as reações fotoquímicas que ocorrem na atmosfera, o buraco da camada de ozônio, o efeito estufa e os gases que contribuem para a intensificação desse fenômeno, discorre sobre os óxidos nitrosos e os clorofluorocarbonetos, além da amostragem da qualidade do ar. É uma leitura conceitual que poderá aprofundar o conteúdo abordado no capítulo.
- VELOSA, A. C. Avanços tecnológicos no tratamento de água de mananciais. *HOLOS Environment*, v. 15, n. 2, p-194, 2015.

  Neste artigo, a autora apresenta as principais tecnologias empregadas no tratamento da água, apontando suas vantagens e desvantagens. São abordados sete tipos de tratamento diferentes, a saber: tratamento convencional, tratamento com ozônio, tratamento com cloro e derivados, tratamento com radiação ultravioleta (UV), tratamento por separação por membranas, tratamento com utilização de íons ferrato e tratamento com dióxido de cloro. A autora ainda aponta que o tratamento a ser escolhido dependerá de como a água chega à estação de tratamento e da disponibilidade de recursos materiais e financeiros.

Resoluções

Interligações (p. 116)

1. A camada de ozônio encobre todo o planeta Terra e está localizada na estratosfera, e seu papel é absorver a radiação ultravioleta tipo B (UVB), protegendo-nos. Porém, o gás ozônio, $O_3(g)$, pode ter diferentes funções conforme a altitude em que está presente. Na troposfera, o ozônio deixa de absorver UVB e passa a ser considerado um gás poluente. Os clorofluorocarbonetos (CFCs) são gases estáveis na troposfera e, quando chegam à estratosfera, sofrem decomposição (devido à radiação), liberando átomos de cloro que são oxidantes e podem decompor o gás ozônio. Nessa decomposição, o átomo cloro é liberado – pois é um catalisador da decomposição do ozônio, o que faz com que um único átomo de cloro possa catalisar a decomposição de centenas de milhares de moléculas de gás ozônio, conforme representado a seguir:

$$\cdot Cl + O_3(g) \rightarrow ClO(g) + O_2(g)$$
$$ClO(g) + \cdot O \rightarrow \cdot Cl + O_2(g)$$

Sendo a equação global do processo:

$$O_3(g) + \cdot O \rightarrow O_2(g)$$

Considerando que o cloro atômico é um catalisador, os substituintes dos CFCs são substâncias que desempenham a mesma função e que não têm em sua composição átomos que possam na estratosfera servir de catalisador para a decomposição do ozônio. Alguns exemplos dessas alternativas são os HFCs (hidrofluorocarbonetos).

A concentração de gás ozônio e o buraco na camada são analisados desde a década de 1980; a partir de então a concentração de ozônio vem diminuindo na região da Antártida (buraco de ozônio). Essa concentração tem voltado a níveis satisfatórios gradualmente a partir dos anos 2000 – 4 anos após a proibição dos CFCs. Espera-se que a camada de ozônio esteja restabelecida entre os anos 2050 e 2060. Vale ressaltar que o buraco na camada de ozônio é sazonal e aparece anualmente.

MODERNA

Atividades

(p. 119)

1. Efeito sinérgico é o resultado da ação de várias substâncias juntas, em que uma potencializa o efeito da outra.
2. Os diversos problemas decorrentes da presença de materiais particulados podem ser encontrados no tópico "Material particulado" do livro do estudante, podem ser citados a corrosão de materiais, riscos à saúde em razão da presença de substâncias carcinogênicas nos materiais particulados, o aumento de problemas respiratórios na população, entre outros.
3. No capítulo, há uma tabela com todos os efeitos do CO(g) segundo o tempo de exposição e concentração. Por exemplo: quando a concentração é da ordem de 155 ppm, 8 horas são suficientes para causar dor de cabeça e náusea na maioria das pessoas; basta 1 hora para que uma pessoa morra, se for exposta à atmosfera com 2.000 ppm de CO.
4. O monóxido de carbono é um produto das reações de combustão em veículos automotores e indústrias. Nesses processos, o CO é produto da combustão incompleta de substâncias presentes no petróleo e no carvão.
5. Ao longo do tempo, entre 2002 e 2006, foi ocorrendo uma diminuição da concentração média de SO_2 na atmosfera da Região Metropolitana do município do Rio de Janeiro.
6. O fato de, em 2004, a concentração média de SO_2 ter aumentado significativamente, em relação ao ano anterior.
7. Em 2004, a concentração de SO_2 foi mais alta no centro do município do Rio de Janeiro. Pelo gráfico, essa concentração foi de aproximadamente 23 $\mu g/m^3$ ou $23 \cdot 10^{-6}$ g/m^3.
8. Usando o valor de massa molar do SO_2, 64 g/mol, e o dado da questão anterior, calcula-se:

$$\frac{23 \cdot 10^{-6}\ g \cdot m^{-3}}{64\ g \cdot mol^{-1}} \simeq 0{,}36 \cdot 10^{-6}\ \frac{mol}{m^3}$$

Como $1\ m^3 = 10^3\ L$, então:

$$0{,}36 \cdot 10^{-6}\ \frac{mol}{10^3\ L} \simeq 3{,}6 \cdot 10^{-10}\ mol/L$$

9. Conforme calculado na atividade anterior, o valor numérico correspondente à concentração de SO_2 em mol por litro, é muito baixo, por isso é expresso em micrograma por metro cúbico.
10. Ver orientações e comentários nas *Sugestões metodológicas* para essa atividade.

Atividades

(p. 124)

1. A concentração de NO_2 na atmosfera começa a se elevar a partir das 5 h e das 13 h.
2. A maior concentração de CO nessa cidade ocorre entre 18 h e 20 h, enquanto a menor concentração ocorre entre 2 h e 3 h, provavelmente em função da grande quantidade de veículos em circulação no horário em que as pessoas retornam a suas casas depois de um dia de trabalho.
3. Dado que uma das principais fontes de NO_2 são os escapamentos de automóveis (eles emitem gases que interagem formando dióxido de nitrogênio), pode-se concluir que o aumento de concentração nesse horário corresponde ao alto fluxo de veículos.
4. Não, pois a principal causa da formação de ozônio a baixas altitudes é a ação da luz sobre óxidos gasosos, entre eles o NO_2. Para que a luz solar atue com maior intensidade, o dia não poderia estar nublado.

Atividades

(p. 126)

1. O ozônio é a substância mais importante do conjunto de componentes que se formam por interação de poluentes lançados por veículos automotores na atmosfera de grandes centros urbanos; essa mistura de poluentes secundários, conhecida por "*smog* fotoquímico", forma-se quando a mistura de poluentes primários interage sob a ação da radiação solar. O ozônio, cuja concentração é um dos indicadores da qualidade do ar de uma cidade, tem forte caráter oxidante, assim como os demais componentes desse *smog*. Ele afeta nossa saúde e a de outros seres vivos, inclusive plantas. O O_3(g) reduz nossa capacidade respiratória e nos torna mais sensíveis a infecções pulmonares, por exemplo.

MODERNA

2. A industrialização inglesa estruturou-se com base na obtenção de energia a partir da combustão do carvão mineral. Esse combustível possui, além de carbono, enxofre em sua composição, de modo que sua combustão, além de $CO_2(g)$, um composto de caráter ácido, libera óxidos de enxofre; esses últimos, em contato com a água, formam $H_2SO_3(aq)$ e $H_2SO_4(aq)$, os principais responsáveis pela chuva ácida (eles diminuem o pH das águas da chuva). Para ser considerada chuva ácida, o pH deve ser inferior a 5,6.
3. Os gases poluentes produzidos em certa região podem ser carregados pelas correntes de ar para regiões distantes. Ao entrar em contato com a umidade dessas regiões, ocorre a formação da chuva ácida.
4. Além de comprometerem edificações, estruturas urbanas (por exemplo, viadutos, pontes, pontos de ônibus, bancos de praça etc.) e obras de arte, as chuvas ácidas têm consequências desastrosas sobre os seres vivos em geral, provocando a morte de plantas e animais aquáticos, causando prejuízos à nossa saúde e destruindo florestas.

Atividades (p. 128)

1. A ausência de ventos dificulta a dispersão das partículas poluidoras; já a baixa precipitação diminui a diluição das substâncias que estão presentes no ar (como no fenômeno da chuva ácida, por exemplo); esses dois fatores em conjunto aumentam a concentração dos gases poluentes.
2. A inversão térmica é um fenômeno meteorológico capaz de confinar grande quantidade de poluentes em uma estreita camada de atmosfera, dificultando o fenômeno da convecção.
3. Em locais planos ou no topo de montanhas, a dispersão de poluentes é facilitada pela passagem das correntes de ar, enquanto em bacias ou vales a ausência ou a baixa quantidade de ventos dificulta a dispersão dos gases poluentes, permitindo que se acumulem.
4. Santiago de Chile (Chile), São Paulo (Brasil), Cidade do México (México), Belo Horizonte (Brasil), Los Angeles (Estados Unidos), Califórnia (Estados Unidos), Mumbai (Índia), Teerã (Irã), Cubatão (Brasil), entre outras.

Comunicando ideias (p. 129)

1. Respostas variáveis. Ver comentários e orientações nas *Sugestões metodológicas* para essa seção.

Comunicando ideias (p. 132)

1. Respostas variáveis. Ver comentários e orientações nas *Sugestões metodológicas* para essa seção.

Atividades (p. 132)

1. Ao mencionar um problema de contaminação da Baía de Sepetiba-RJ, um texto associa a região à expressão "a principal fonte de mariscos do Rio de Janeiro". Caso você não se lembre das características do grupo dos mariscos ao qual pertencem os mexilhões, recorra a uma fonte de pesquisa e explique a relevância da informação que está entre aspas. Os mariscos são animais que filtram a água do mar e, por isso, acabam concentrando significativamente íons e compostos tóxicos.
2. Resposta pessoal. A "doença de Minamata" é uma intoxicação aguda por íons de mercúrio(II), Hg^{2+}. No caso que lhe deu nome, foi provocada pela ingestão de peixe contaminado e levou centenas de pessoas à morte. Em muitas outras causou insanidade, problemas ósseos e de visão, entre outros; houve ainda muitos casos de mães intoxicadas que geraram bebês com graves problemas de malformação. A tragédia foi causada pelos efluentes lançados por uma indústria química na região da baía de Minamata (Japão), em meados do século XX. A indústria teve suas atividades interrompidas em 1968, após intervenção governamental. Apenas no final do século XX, a baía de Minamata foi declarada livre dos íons tóxicos; com isso, os peixes, até então barrados por uma rede que os impedia de circular pela água poluída, voltaram a nadar livremente.

MODERNA

3. a) Para impedir desastres semelhantes, as indústrias químicas devem ter cuidado com os efluentes lançados, o que envolve manter um local adequado para isso e investir em programas de tratamento de resíduos.
   b) Para resolver problemas de contaminação por metais pesados, podem-se retirar metais com potencial de contaminação por meio de processos físico-químicos. Um exemplo é o aquecimento do amálgama, em equipamento fechado, permitindo remover o mercúrio da mistura sem contaminar o ambiente. No entanto, essa contaminação ocorre bastante no Brasil porque garimpeiros, para retirar o ouro do amálgama de mercúrio, costumam aquecer esse material em ambiente aberto, de modo que os vapores do metal se difundem pelo ambiente; com isso, prejudicam a própria saúde e a das pessoas ao seu entorno.
4. Se os habitantes ribeirinhos da região amazônica contaminada por mercúrio se alimentarem de peixes do seu entorno, deverão sofrer problemas de saúde, como distúrbios neurológicos, tremores, perda de memória, fraqueza, insônia e até mesmo a morte.

Atividades (p. 134)

1. a) A técnica de dessalinização de águas salgadas e salobras é utilizada como política pública. O Programa Água Doce, por exemplo, atende comunidades rurais do semiárido brasileiro de nove estados do Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Sergipe e Rio Grande do Norte) e Minas Gerais. A cidade de Fernando de Noronha também utiliza o sistema de dessalinização desde 2004.
   b) As estações de tratamento de água convencionais não são capazes de tratar a água salobra e/ou salgadas porque não utilizam processos de separação de misturas homogêneas. Normalmente, nessas estações ocorrem somente a separação de materiais sólidos presentes na água.

ATIVIDADES FINAIS (p. 135)

1. Alternativa **b**. A base de ação do material fornecido reside no seguinte: o sal de Fe^{3+} é hidrolisado, produzindo um precipitado gelatinoso de $Fe(OH)_3$. À superfície desse material gelatinoso, aderem partículas em suspensão na água, inclusive as de arsênio e as de outros poluentes responsáveis por sua contaminação. Com o tempo, esse material se sedimenta. Então, por filtração, os flocos gelatinosos contendo material tóxico ficam retidos no filtro e são removidos da água.
2. Alternativa **d**. O processo de dessulfurização usado na produção do *diesel* reduz a quantidade de compostos de enxofre nesse combustível; com isso, quando ocorre a combustão, a liberação de compostos sulfurados de caráter ácido (como o dióxido de enxofre, por exemplo) é menor do que se a redução do teor de enxofre no *diesel* não for realizada. O $SO_2(g)$ e o $SO_3(g)$ são solúveis em água e, quando entram em contato com a água da chuva, são diluídos formando $H_2SO_4(aq)$ e $H_2SO_3(aq)$. Portanto, a dessulfurização evita a presença desses promotores da acidificação da chuva.
3. a) O consumo de gás oxigênio pelos veículos reduz a concentração desse gás em ambientes pouco ventilados. Consequentemente, a combustão nos motores dos veículos emite mais CO, fruto da combustão incompleta, ocasionada pela escassez de gás oxigênio. Pessoas expostas a elevadas concentrações de monóxido de carbono podem perder a consciência em pouco tempo.
   b) Para evitar a redução da concentração de gás oxigênio e o aumento da concentração de gás monóxido de carbono no ar.
4. a) $NO_2(g)$: a principal fonte de $NO_2(g)$ (e de outros óxidos de nitrogênio) são escapamento de automóveis, indústrias fertilizantes, usinas de ferro e aço, indústria química e termoelétricas. Por ter considerada solubilidade, o dióxido de nitrogênio penetra no sistema respiratório gerando compostos nitrogenados carcinogênicos. $SO_2(g)$: $H_2S(g)$ emitido pela queima de carvão e derivados de petróleo se oxida a $SO_2(g)$; assim dizemos que o dióxido de enxofre é um poluente secundário. Ao ser inalado, pode causar problemas pulmonares como bronquites e enfisema pulmonar.
   b) PM vem do inglês *particulate matter* e significa material particulado. Já o 2,5 é o diâmetro desse material particulado em μm. Assim, a sigla PM2,5 significa material particulado com até 2,5 μm de diâmetro. Quanto menor o diâmetro do material particulado, maior a capacidade de dispersão no ar e maior o poder de penetração até os alvéolos pulmonares – como é o caso das PM2,5. Já as PM10, por terem diâmetro de até 10 μm, podem ficar retidas na parte superior do sistema respiratório, como nariz e garganta, causando irritações. Cabe lembrar que a definição é de que essas partículas possuem até 10 μm, o que significa que, ao dizer que existem PM10, também estamos dizendo que existem PM2,5. Dessa forma, por vezes podemos encontrar a sigla PM2,5-10, que indica um material particulado com diâmetro maior que 2,5 μm e menor que 10 μm.
   c) A letra micro (μ) é um prefixo do Sistema Internacional de Unidades (SI) e significa 10^{-6}. Como as partículas são muito pequenas, expressar o seu diâmetro em metros (m) daria um número muito pequeno, com várias casas decimais. Para facilitar a leitura e a comunicação, utiliza-se μm. Por exemplo, PM2,5 são partículas de até 2,5 μm ou de até 0,0000025 metros.
   d) Os riscos a curto prazo são problemas respiratórios como crises agudas, bronquite, asma, irritação nos olhos, irritação na pele e outras doenças respiratórias. A longo prazo, os poluentes podem causar câncer e enfisema pulmonar.

MANUAL DO PROFESSOR

5. a) É o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais urbanas.

b) Resposta pessoal. A falta de saneamento básico impacta diretamente na saúde da população e gera custos para o Estado. O investimento no saneamento básico poderia gerar uma economia ao sistema de saúde bem maior que os custos da sua implantação.

c) Essa lei atualiza o marco legal do saneamento básico, que facilita as privatizações das empresas de saneamento, prorroga o fim dos lixões e estabelece o prazo até o fim de 2033 para a cobertura com saneamento básico de mais de 90% da população.

Alguns parlamentares que defendiam o projeto alegavam que a medida contribuiria com a universalização do acesso a água e esgotos tratados; em contrapartida, a oposição afirmava que a lei prejudicaria os cidadãos. Veja uma reportagem que trata desse tema em: <https://www.camara.leg.br/noticias/671525-oposicao-critica-aprovacao-de-novo-marco-do-saneamento-basico-pelo-senado/>. Acesso em: 26 jul. 2020.

d) De modo geral, a água proveniente de uma represa ou rio contém diversos tipos de impurezas: sólidos em suspensão (como areia e limo), substâncias sólidas finamente divididas (às vezes em estado coloidal), substâncias em solução aquosa, além de microrganismos (bactérias, protozoários, plânctons). Se a água só contivesse partículas em suspensão, o tratamento poderia ser feito por simples **decantação** ou por **filtração** desses sólidos. Entretanto, para assegurar a retirada de espécies químicas e microrganismos indesejáveis presentes no líquido, o tratamento deve envolver outras etapas: mistura rápida, floculação, decantação, filtração, desinfecção.

Mistura rápida: essa etapa do tratamento tem a função de distribuir rapidamente, e de forma homogênea, substâncias químicas na água a ser tratada.

Floculação: consiste no processo em que os coágulos de, por exemplo, hidróxido de alumínio vão se aglomerando, formando os flocos que adsorvem em sua superfície partículas diminutas e outras unidades, que aderem à superfície gelatinosa desse coloide. São esses flocos que sofrem o processo de decantação.

Decantação: os decantadores são tanques onde se procura evitar a turbulência. A mistura deve circular em baixa velocidade para que haja a deposição dos flocos de hidróxido de alumínio aos quais impurezas ficaram aderidas.

Filtração: a água, ao ser retirada pela parte superior dos tanques de decantação, está livre de boa parte das impurezas existentes no início do tratamento; ela passa, então, por camadas de carvão mineral, areia de granulações apropriadas, pedregulhos e cascalhos. Dessa forma, ela é **filtrada**, retendo nesses filtros partículas sólidas que ainda restavam.

Desinfecção: após a filtração, a água ainda pode conter microrganismos, que devem ser eliminados pelo processo de **desinfecção**. Esse tratamento deve garantir que a água permaneça livre de infectantes por todo o trajeto a ser percorrido, desde a estação de tratamento até o local onde será consumida.

Capítulo 6

Reduzindo impactos

Professor indicado

Recomenda-se que este capítulo seja trabalhado pelo professor de Biologia.

BNCC – competências e habilidades trabalhadas

Estão indicadas a seguir, a partir da BNCC, competências gerais, competências específicas e habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, assim como competências específicas de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, cujo desenvolvimento é favorecido no capítulo. Para isso, são apontados os momentos em que seu trabalho pode ser propício.

Competência geral	Justificativa	Página
1	A obra evidencia o trabalho a partir de conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, estimulando o estudante a entender e explicar a realidade que o cerca.	Todo o capítulo
2	A competência está relacionada ao conhecimento histórico e científico e é trabalhada tanto nas seções que falam sobre agroflorestas e permacultura quanto na atividade prática proposta.	141 e 148
4	A competência trabalha a comunicação. Através de diferentes linguagens, os estudantes deverão ser capazes de expressar-se, partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos, produzindo sentidos que levem ao entendimento mútuo. Assim, ao comunicar descobertas e entendimentos sobre a realidade, o trabalho com tal competência é favorecido, em especial na seção **Comunicando ideias**, bem como na **Atividade prática**.	141 e 148
5	O uso de tecnologias digitais de informação é estimulado na atividade que solicita a produção de um vídeo para divulgação de informações sobre os impactos relacionados às usinas hidrelétricas.	141
7	Com base no trabalho com a competência, os estudantes deverão embasar seus argumentos em fatos, dados e informações confiáveis para formular e defender suas ideias e decisões, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.	141 e 148
10	Todo o capítulo aborda assuntos relacionados à tomada de decisões com base em princípios sustentáveis, levando em conta também aspectos éticos e democráticos.	Todo o capítulo

Competência específica	Habilidade	Justificativa	Página
1	EM13CNT101	A habilidade trabalha a análise e representação de transformação e conservação de matéria, energia e movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas. Ao refletir sobre as matrizes energéticas e pensar em alternativas, os estudantes desenvolvem a habilidade.	139
	EM13CNT102	A análise do forno solar trabalha de forma plena a habilidade, que versa sobre realizar previsões, avaliar intervenções e protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade.	140
	EM13CNT106	Ao debater as alternativas energéticas, considerando a origem da matriz bem como seu uso final, os estudantes trabalharão a habilidade. Os exercícios propõem reflexão e aplicabilidade das propostas, considerando diferentes variáveis que os estudantes deverão levar em consideração para tecer suas observações sobre o tema.	139 e 151
2	EM13CNT203	A análise do destino de resíduos bem como os impactos causados por más práticas exploram a habilidade.	150
	EM13CNT206	Compreender a importância das unidades de conservação bem como analisar os impactos que a humanidade causa na biodiversidade trabalham a habilidade, que discute a importância da preservação e da conservação.	140, 141 e 150
3	EM13CNT310	A análise dos impactos de um despejo irregular de esgoto, refletindo sobre os danos à fauna e flora, bem como a avaliação dos impactos que a falta de saneamento básica tem em índices econômicos e sociais, auxilia os estudantes a fomentar iniciativas de melhora da qualidade de vida.	150

MODERNA

Competência específica de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas	Justificativa	Página
1. Analisar processos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais nos âmbitos local, regional, nacional e mundial em diferentes tempos, a partir da pluralidade de procedimentos epistemológicos, científicos e tecnológicos, de modo a compreender e posicionar-se criticamente em relação a eles, considerando diferentes pontos de vista e tomando decisões baseadas em argumentos e fontes de natureza científica.	Com o desenvolvimento dessa competência, espera-se que os estudantes possam compreender tais processos e posicionar-se criticamente em relação a eles. Ao analisar a criação de unidades de conservação como política pública voltada à conservação dos ecossistemas, os estudantes trabalham a competência.	144
3. Analisar e avaliar criticamente as relações de diferentes grupos, povos e sociedades com a natureza (produção, distribuição e consumo) e seus impactos econômicos e socioambientais, com vistas à proposição de alternativas que respeitem e promovam a consciência, a ética socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional, nacional e global.	A competência trabalha a relação de diferentes grupos, povos e sociedades com a natureza, analisando e avaliando criticamente essa relação, com especial foco na produção, distribuição e consumo e seus impactos econômicos e socioambientais. Dessa forma, ao trabalhar com o conteúdo do capítulo, os estudantes desenvolvem a competência e terão subsídios teóricos para propor alternativas que respeitem e promovam a consciência, a ética socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional, nacional e global.	Todo o capítulo

Conhecimentos prévios para o melhor aproveitamento do conteúdo

O trabalho com o conceito de desenvolvimento sustentável articula inúmeros conhecimentos. Espera-se que os estudantes compreendam o que são as esferas social, ambiental e econômica, e consigam relacioná-las a temas como aproveitamento energético, produção de alimentos, preservação de biodiversidade, planejamento urbano e destinação de resíduos. Assim, o conteúdo articula diferentes saberes tanto de Ciências da Natureza como de outras áreas do conhecimento.

Algumas habilidades do Ensino Fundamental são retomadas aqui e devem ser dominadas, em algum grau, pelos estudantes. Dentre as habilidades relacionadas ao 7º ano, destacam-se:

- (EF07CI08) Avaliar como os impactos provocados por catástrofes naturais ou mudanças nos componentes físicos, biológicos ou sociais de um ecossistema afetam suas populações, podendo ameaçar ou provocar a extinção de espécies, alteração de hábitos, migração etc.
- (EF07CI04) Avaliar o papel do equilíbrio termodinâmico para a manutenção da vida na Terra, para o funcionamento de máquinas térmicas e em outras situações cotidianas.
- (EF07CI05) Discutir o uso de diferentes tipos de combustível e máquinas térmicas ao longo do tempo, para avaliar avanços, questões econômicas e problemas socioambientais causados pela produção e uso desses materiais e máquinas.

A primeira trata dos impactos provocados por mudanças de um ecossistema, afetando as populações; a segunda possibilita aos estudantes avaliar o papel do equilíbrio termodinâmico para a manutenção da vida na Terra; a terceira discute o uso de diferentes tipos de combustível, refletindo sobre questões econômicas e problemas socioambientais causados pela produção e pelo uso de máquinas térmicas ao longo do tempo.

Das habilidades referentes ao 8º ano, destacamos:

- (EF08CI05) Propor ações coletivas para otimizar o uso de energia elétrica em sua escola e/ou comunidade, com base na seleção de equipamentos segundo critérios de sustentabilidade (consumo de energia e eficiência energética) e hábitos de consumo responsável.
- (EF08CI06) Discutir e avaliar usinas de geração de energia elétrica (termelétricas, hidrelétricas, eólicas etc.), suas semelhanças e diferenças, seus impactos socioambientais, e como essa energia chega e é usada em sua cidade, comunidade, casa ou escola.

A primeira reflete sobre o uso de energia, convidando os estudantes a propor ações coletivas para otimizar seu uso; a segunda dá embasamento teórico para a discussão sobre formas de geração de energia elétrica, comparando os diferentes tipos de usinas.

Das habilidades referentes ao 9º ano, destacamos:

- (EF09CI13) Propor iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da cidade ou da comunidade, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade bem-sucedidas.

A habilidade busca a proposição de iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da cidade ou da comunidade, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade bem-sucedidas.

Objetivos do capítulo

Ao final deste capítulo, o estudante deverá ser capaz de:

- Compreender o conceito de desenvolvimento sustentável.
- Reconhecer alternativas energéticas, refletindo sobre as questões socioambientais, tecnológicas e econômicas.
- Reconhecer diferentes formas de produção de alimento, refletindo sobre a viabilidade e os impactos causados.
- Reconhecer a importância e as diferentes unidades de conservação, bem como identificar o intuito de cada tipo.

Ao compreender o conceito de desenvolvimento, os estudantes poderão analisar de forma mais precisa impactos ambientais e propor soluções que também levem em conta aspectos socioeconômicos. Ao reconhecer as diferentes alternativas energéticas atuais e refletir sobre suas vantagens e desvantagens, o estudante será capaz de propor soluções e alternativas viáveis, pensando em problemas locais. Ao pensar sobre alternativas para a produção de alimento, considerando diferentes técnicas e aspectos, os estudantes podem compreender melhor os impactos que a agricultura tradicional causa e assim propor soluções mais sustentáveis. O reconhecimento da importância das unidades de preservação é condição essencial para defender políticas de preservação da biodiversidade e de ecossistemas de forma sustentável.

Sugestões metodológicas

Para começo de conversa (p. 137)

A seção inicial do capítulo tem como objetivo sondar os conhecimentos prévios dos estudantes e retomar conceitos já abordados que são importantes para o andamento do trabalho. Inicie debatendo a imagem de abertura e pergunte aos estudantes se já conheciam o trabalho e que materiais conseguem identificar.

Se possível, projete para os estudantes o documentário mencionado, que faz uma importante reflexão sobre sustentabilidade e a inserção de populações periféricas no debate ambiental. Se julgar pertinente, organize uma roda de conversa para que os estudantes possam colocar suas impressões sobre o documentário. Há também, na *Bibliografia complementar* o endereço do *site* do artista, que pode ser explorado pelos estudantes para compreender melhor a proposta de trabalho dele.

Após a análise da imagem, peça aos estudantes que leiam o texto da página. Após um breve momento de leitura individual, abra a discussão pedindo aos estudantes que tentem definir, com as próprias palavras, o que é desenvolvimento sustentável. Não há necessidade de rigor nesse momento, apenas priorize que os estudantes possam deixar o registro escrito das impressões iniciais. Tal registro pode ser retomado ao fim do capítulo e rediscutido com a turma caso haja mudança de pensamento sobre o tema.

Continue o debate oralmente com as questões propostas no texto. Elas têm a função de sondagem e retomada de conhecimentos prévios e auxiliam no planejamento dos próximos passos, em especial no que se deve investir mais tempo.

Sugestão de atividade complementar

Em articulação com o componente curricular Arte, os estudantes podem realizar obras e instalações com materiais reaproveitados, com inspiração na obra de Vik Muniz. Debata com o professor de Arte se é mais viável a construção de obras individuais ou se há espaço para uma instalação maior na escola, fruto do trabalho coletivo de toda a turma.

Desenvolvimento sustentável (p. 138)

A seção trabalha o conceito de desenvolvimento sustentável, já introduzido na seção **Para começo de conversa**. Peça aos estudantes que façam a leitura individual do texto e, ao final, retome os conceitos, analisando a hierarquia entre eles ao comentar e analisar o diagrama.

Debata situações da sua região e que sejam próximas da realidade dos estudantes para discutir se a hierarquia do desenvolvimento sustentável foi seguida. Alguns exemplos podem ser de canalização de um córrego para a passagem de uma rua, criação ou extinção de áreas verdes, entre outros. Muitas vezes, projetos urbanísticos colocam a economia em primeiro plano, em detrimento das outras esferas.

Outros debates polêmicos podem ser trazidos, como grandes construções nacionais. A Usina Hidrelétrica de Belo Monte ou até o plano diretor do município da escola podem ser assuntos de partida. Seja qual for a opção, é importante separar material para pesquisa prévia, como reportagens ou *sites*, para que os estudantes possam analisar e se informar para o debate.

O *site* do Senado Federal possui vasto material sobre as conferências Rio 92 e Rio+20 com séries de reportagens. Em *Bibliografia complementar*, há um endereço que pode servir de fonte de pesquisa aos estudantes e como material de aprofundamento para o professor. Disponível em: <https://www.senado.gov.br/NOTICIAS/JORNAL/EMDISCUSSAO/rio20/a-rio20.aspx> (acesso em: 20 jun. 2020).

Sugestão de atividade complementar

Peça aos estudantes que façam pesquisas sobre obras no bairro ou município onde estão e debatam qual dos três pilares da sustentabilidade (ambiente, sociedade ou economia) foi preponderante para a tomada de decisão da obra, ou se houve equilíbrio. Outra alternativa é observar o texto transcrito ou vídeo de alguma audiência pública de

MODERNA

projetos que trabalham com a questão ambiental e identificar, nas falas, se há antagonismo entre os três pilares.

Alternativas energéticas (p. 139)

Analise o gráfico com os estudantes, reforçando que ele está falando apenas das fontes renováveis de energia. Leia então o primeiro parágrafo e peça aos estudantes que imaginem como ficaria o gráfico se fossem representados os combustíveis fósseis. Pode-se utilizar o momento para realizar diferentes estudos de gráficos, comparando as matrizes energéticas brasileira e mundial ou, ainda, por estado da federação. Tais dados são facilmente encontrados na internet e podem fomentar a montagem de gráficos e tabelas para análise. Utilize outras formas de visualização de dados, como gráficos de barras, para que os estudantes se familiarizem com diferentes representações de dados.

Durante o debate de cada uma das matrizes, pontue vantagens e desvantagens, associando-as aos pilares do desenvolvimento sustentável e reforçando as transformações energéticas que ocorrem em cada tipo de usina.

Sugestões de atividade complementar

Solicite aos estudantes que se dividam em grupo e façam seminários sobre cada tipo de fonte de energia, esclarecendo o quanto e onde ela é usada no Brasil e no mundo e quais são as vantagens e desvantagens. Aproveite a discussão feita a partir dos seminários para retomar o debate sobre os três pilares da sustentabilidade, discutindo como cada um deles influencia na escolha da matriz.

O Ministério de Minas e Energia possui material que analisa a oferta e a demanda brasileiras, as instalações energéticas e também a energia no mundo. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/planejamento-e-desenvolvimento-energetico/publicacoes/resenha-energetica-brasileira/resenhas/resenha-energetica-brasileira-edicao-2020.pdf/view>. Acesso em: 10 abr. 2021.

Comunicando ideias (p. 141)

É possível encontrar na internet diversos vídeos em que grupos apresentam seus argumentos favoráveis ou contrários à época da construção da usina, ainda na época anterior à instalação. Além dos vídeos, estimule os estudantes a buscar fontes mais confiáveis e discutir criticamente os argumentos mostrados nos vídeos, muitas vezes sensacionalistas em ambos os lados da discussão. Esse exercício é importante para criar uma visão mais crítica das informações disponíveis na rede e combater a disseminação de notícias falsas.

Sugestão de atividade complementar

O livro *A história das coisas* traz um bom panorama sobre o consumo e os impactos no meio ambiente. O livro tem origem no documentário homônimo, facilmente encontrado na internet, legendado ou dublado em português do Brasil. Pode-se solicitar a leitura ou que os estudantes assistam ao documentário, para depois realizar uma roda de conversa sobre impressões e descobertas. (LEONARD, A. *A história das coisas:* da natureza ao lixo, o que acontece com tudo o que consumimos. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.)

Produção de alimentos (p. 141)

Novamente, a discussão mostra a força do poder econômico em detrimento dos outros pilares da sustentabilidade. Analise a questão com a participação do professor de Geografia, se possível, cotejando dados como a influência de *commodities* no PIB brasileiro e de como o espaço é dividido em função das grandes propriedades. Uma fonte de dados que pode ser utilizada para que os estudantes comparem informações é o Censo agropecuário de 2017, em especial a seção de estabelecimentos rurais. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html> (Acesso em: 20 jun. 2020). Se julgar pertinente, comente que existem insumos cuja utilização é permitida na agricultura orgânica. Mais informações sobre a legislação que regulamenta esses produtos podem ser encontradas em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/produtos-fitossanitarios> (Acesso em: 30 jul. 2020).

Sugestão de atividade complementar

Solicite aos estudantes uma pesquisa comparando os diferentes tipos de cultivo, de forma quantitativa: áreas de cada tipo de agricultura, produção por hectare, quantidade de pessoas diretamente envolvidas com a produção, entre outros. Proponha a eles que apresentem em gráficos ou tabelas os resultados encontrados.

Adubação verde (p. 141)

Para o tópico de adubação verde, é importante relembrar o ciclo do nitrogênio, retomando que o nitrogênio inorgânico presente no ar não é assimilado pelas plantas. Comente como plantas leguminosas desenvolvem interações ecológicas com bactérias fixadoras e conseguem, indiretamente, aproveitar o gás nitrogênio da atmosfera. Explique que a falta de nitrogênio é um problema em diversas lavouras, o que muitas vezes é solucionado com adubação artificial. Debata as desvantagens desse tipo de adubação, levando em conta impactos que ela pode causar: eutrofização de corpos-d'água, contaminação de lençóis freáticos, entre outros.

Destino do lixo e do esgoto (p. 142)

Reforce que, além das vantagens econômicas e ambientais no tratamento de resíduos, há também forte influência social, uma vez que o saneamento básico é um direito universal, apesar de ainda ser incipiente em muitas regiões do Brasil. O saneamento básico está diretamente ligado à qualidade de vida da população e a indicadores de saúde como mortalidade infantil, incidência de doenças e expectativa de vida.

MODERNA

Conservação de ecossistemas (p. 143)

Ressalte que o aumento de áreas preservadas tem relação com o aumento da consciência ecológica e com a noção dos riscos que a destruição ambiental pode ocasionar à humanidade. Analise o mapa retomando o debate sobre os biomas mundiais.

Se possível, apresente o material indicado a seguir, sobre o tema de fragmentação de hábitats, para reforçar a importância dos corredores ecológicos. Disponível em: <http://ecologia.ib.usp.br/lepac/conservacao/ensino/conserva_fragmentacao.htm> (acesso em: 20 jun. 2020).

Unidades de conservação (p. 144)

A ONG WWF tem um excelente material para aprofundamento do estudo sobre unidades de conservação que pode ser usado pelo professor. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao> (acesso em: 20 jun. 2020). Use esse material para explorar o assunto de maneira interdisciplinar, envolvendo a área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, com a participação do professor de Geografia. Procure evidenciar a importância dos aspectos econômico e social, além do ambiental, na criação das unidades de conservação.

Ao final do estudo desse tópico, pode ser feito um resumo em uma tabela de tipos de unidade de conservação. Durante a leitura, discuta o interesse ambiental, social e econômico de cada uma das áreas, debatendo como esses fatores influenciam na escolha do tipo de unidade de conservação a ser implementado. Caso opte por aprofundar o estudo desse assunto, não deixe de explorar a forte ligação dele com a área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. Avalie a possibilidade de desenvolver o trabalho em conjunto com o professor de Geografia, explorando os aspectos sociais, econômicos e ambientais envolvidos na criação e no uso das diferentes unidades de conservação.

Recuperação de ecossistemas degradados (p. 147)

Debata a importância dos exemplos do texto com os estudantes. Qual a importância de recuperar áreas de nascentes? O que isso pode impactar não só para quem vive na área? Ao debater preservação ambiental, é importante realizar essas interligações para que o estudante compreenda que os benefícios de uma política ambiental adequada se refletem como direito difuso a toda população. Em *Bibliografia complementar*, há um artigo sobre a natureza difusa do direito fundamental a um meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Sugestão de atividade complementar

Solicite aos estudantes uma pesquisa sobre novas tecnologias de restauração de áreas degradadas. Se houver algum exemplo na região onde vivem, será mais interessante. Caso contrário, utilize exemplos de grande repercussão, como os acidentes nas barragens de Mariana e Brumadinho, para compreender como é possível recuperar aquelas áreas.

ATIVIDADE PRÁTICA (p. 148)

Selecione locais seguros aos quais os estudantes possam ter fácil acesso. É importante selecionar locais variados, com diferentes graus de poluição atmosférica, para que os estudantes possam comparar resultados e testar hipóteses.

Padronize a apresentação de resultados. Pode-se, por exemplo, analisar o tamanho da árvore por DAP (diâmetro na altura do peito) e anotar o número e o tamanho dos liquens.

Atenção ao escolher a área, pois diversas plantas comumente utilizadas para a arborização urbana têm o caule descamante, como a goiabeira e a pitangueira. Outras plantas, como eucaliptos, produzem substâncias que não permitem a fixação de liquens ou epífitas, o que não significa que a área seja mais poluída.

Algumas espécies de liquens são mais suscetíveis à poluição que outras, como *Heterodermia obscurata*, *Parmotrema tinctorum*, *Physcia aipolia*, *Teloschistes exilis* e espécies do gênero *Usnea*. Tais espécies provavelmente só serão encontradas em áreas bem preservadas e menos expostas à poluição atmosférica. Desse modo, se os estudantes puderem levar câmeras fotográficas para fazer registros, isso pode auxiliar na identificação e análise dos resultados.

Os estudantes não precisam identificar as espécies, mas leve em consideração que as espécies citadas são mais suscetíveis à poluição atmosférica. Peça a eles que analisem, de forma mais ampla, onde há maior diversidade e quantidade de liquens, bem como liquens maiores. Ao realizar a discussão com os estudantes, leve em consideração questões urbanísticas mencionadas, como trânsito de carros e pedestres, proximidade de fontes de poluição, entre outras.

Avaliação

A avaliação deve ser contínua, em especial observando os debates dos estudantes durante o capítulo. Caso julgue necessário uma avaliação final, além das **Atividades** e da **Atividade prática**, pode-se solicitar um estudo de caso local com os estudantes. Uma sugestão é a análise sobre a implementação de algum parque no estado (os *sites* dos governos estaduais divulgam tanto as audiências quanto suas discussões) e solicitar aos estudantes que reproduzam tal audiência, argumentando como os diferentes interesses se relacionam em uma política pública como essa.

Ao mimetizar grupos de interesse, os estudantes deverão estudar seus argumentos, refletir sobre possíveis contra-argumentos e exercitar a capacidade de debate e diálogo.

MODERNA

Bibliografia complementar

- ÂMBITO Jurídico – *A natureza difusa do direito fundamental a um meio ambiente ecologicamente equilibrado*. Disponível em: <https://ambitojuridico.com.br/cadernos/direito-ambiental/a-natureza-difusa-do-direito-fundamental-a-um-meio-ambiente-ecologicamente-equilibrado/>. Acesso em: 20 jun. 2020.
  Artigo sobre a natureza difusa do direito ambiental e como os benefícios são compartilhados por toda a sociedade.
- CARVALHO, I. C. M. Qual educação ambiental? Elementos para um debate sobre educação ambiental e extensão rural. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, v. 2, n. 2, p. 43-51, 2001. Disponível em: <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/cea/cea/Revista_Agroecologia_parte11.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2020.
  Artigo que trabalha o futuro da educação ambiental, refletindo sob perspectivas e públicos, visando à educação ambiental comportamental e debatendo sobre as transformações possíveis.
- GADOTTI, M. *Educar para a sustentabilidade*: uma contribuição à década da educação para o desenvolvimento sustentável. São Paulo: Editora e Livraria Instituto Paulo Freire, 2008.
  Livro que trabalha os desafios da educação ambiental e como os professores podem se inserir no processo de criar uma cultura de paz e sustentabilidade. Disponível em: <http://www.acervo.paulofreire.org:8080/jspui/bitstream/7891/3080/1/FPF_PTPF_12_077.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2020.
- VIK Muniz. Disponível em: <http://vikmuniz.net>. Acesso em: 20 jun. 2020.
  Site do artista plástico Vik Muniz, com bibliografia e obra.

Resoluções

Interligações (p. 138)

1. O aquecimento global influencia em todas as espécies globalmente, podendo causar extinções em massa.
2. O desmatamento destrói hábitats e pode causar a extinção de espécies localmente.
3. Os impactos da perda de diversidade, aquecimento global, entre outras questões ambientais, são globais e requerem, portanto, ações coordenadas entre os países.

Interligações (p. 140)

1. Energia luminosa é transformada em térmica.
2. Em ambos há a concentração de energia térmica.
3. Qualquer material reflexivo que possua concavidade para concentrar os raios em um foco.

Atividades (p. 140)

1. Espera-se que o fabricante tenha minimizado impactos em toda linha produtiva, desde a fabricação das fibras até o descarte final.
2. O uso do transporte coletivo causa menos impacto em emissões de gases e ocupação do espaço por pessoa do que o transporte individual.

ATIVIDADES FINAIS (p. 150)

1. Espera-se que os estudantes relacionem o cuidado ambiental em todas as etapas de produção, da extração da matéria-prima ao descarte final de produtos. Relacione os exemplos dos estudantes às boas práticas empresariais e peça a eles que pensem o que ainda seria possível melhorar para mitigar impactos.
2. O despejo de esgoto não tratado pode causar inúmeros impactos em um corpo-d'água. Desde a eutrofização desse corpo, caso o esgoto seja basicamente de matéria orgânica, até a contaminação, caso o esgoto seja oriundo de indústrias ou outras atividades poluidoras.
3. As espécies devem ser endêmicas da região, para que não ocorra o fenômeno de invasão ecológica. Também é importante escolher espécies em diferentes estágios da sucessão ecológica, de acordo com a área e os fatores abióticos, dando preferência para uma maior abundância de espécies pioneiras que poderão colonizar o local e garantir as condições para que espécies de clímax possam se instalar.
4. Resposta pessoal. Espera-se que o estudante relacione o conceito de "sustentável" também à matriz energética. Um carro que é movido à eletricidade gera menos poluição localmente, porém, se a energia deste carro vem de usinas termelétricas, por exemplo, ainda há alto impacto ambiental.
5. Alternativa **c**. O manejo das florestas energéticas demanda menos insumos e pode ser feito em uma grande variedade de locais impróprios para agricultura convencional.

MODERNA

6. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes enumerem tratamento de resíduos, questões como poluição luminosa, ocupação do espaço, impermeabilização do terreno, perda de hábitats, possível fragmentação ecológica, entre outros.

7. Resposta pessoal. Uma questão similar a esta é proposta no capítulo 3 (seção **Atividades finais**, atividade 6). Resgate as respostas fornecidas pelos estudantes naquele capítulo e solicite que comparem com a resposta que podem fornecer após o estudo deste capítulo, que focou na atuação humana sobre os ecossistemas.

8. Sim, o Brasil é o segundo maior produtor de biocombustíveis e há estímulo para misturá-lo ao *diesel*, por exemplo, favorecendo seu uso especialmente em frotas de veículos pesados, como caminhões e ônibus.

9. A grande extensão territorial e a escolha do modelo rodoviário de transporte de passageiros e cargas. Os outros fatores que influenciam a produção de biocombustíveis são condições climáticas e de solo das regiões produtoras, além de incentivos governamentais para a proteção dos produtores.

10. O biocombustível vem de fontes renováveis e gera menos emissões de gases do efeito estufa.

11. Os meses em que os ventos apresentam maior velocidade são entre agosto e outubro, com destaque para os meses de setembro e outubro.

12. O fluxo de água atinge o ponto mais baixo durante o mês de agosto.

13. O período de maior vazão do rio, quando o potencial de geração de energia em hidrelétricas é maior, compreende os meses de dezembro a abril. De junho a janeiro, a maior intensidade dos ventos, especialmente na faixa litorânea, favorece a geração de energia elétrica em usinas eólicas.

14. Resposta pessoal. Espera-se que o estudante problematize a questão e as diferentes importâncias dos pilares. Atualmente, a maioria das matrizes energéticas e da atividade industrial, bem como da mobilidade urbana, gera algum tipo de poluição atmosférica. Deve-se, portanto, tentar priorizar meios mais sustentáveis e economicamente viáveis para a mitigação do problema.

15. As cidades mais poluídas do mundo concentram-se em países em desenvolvimento ou emergentes, como China, Rússia e Índia. Isso se deve, principalmente, à industrialização tardia e ao crescimento acelerado de espaços urbanos. Muitas delas têm a poluição causada, em especial, pela extração de combustíveis fósseis ou minérios nos seus arredores, muitas vezes de modo a não utilizar formas menos poluentes, e mais caras, de realizar tal extração.

16. A utilização de inovações tecnológicas na indústria, como filtros; a inovação em matriz energética, diminuindo o uso de combustíveis fósseis; e a diminuição de queimadas de áreas nativas.

17. **a)** A Usina Hidrelétrica de Belo Monte vai ser construída no rio Xingu, um dos afluentes do rio Amazonas; portanto, trata-se da bacia hidrográfica amazônica. O estado da federação onde a hidrelétrica está é o Pará.

b) Podemos citar diversos impactos ambientais. De forma direta ao alagamento para a barragem da usina, há: desmatamento, prejuízo à biodiversidade, mudança na vazão do rio. Entre os impactos socioambientais: crescimento urbano desordenado da região, alagamento de área agriculturável, relocação de povos indígenas e ribeirinhos. Há os impactos positivos, como maior produção energética e a expansão das potencialidades econômicas da região, com a atração de investimentos.

18. **a)** A ação mais significativa para a sustentabilidade é a redução do consumo. Em seguida, podemos citar a reutilização, que significa ressignificar a função do objeto e evitar assim o desperdício, e, por fim, reciclar, utilizando os resíduos em um novo material.

b) O resíduo mais comumente encontrado no uso doméstico e que é mais prejudicial ao ambiente e à saúde são as pilhas e baterias, que contêm em sua constituição metais pesados, como cádmio, lítio, mercúrio e chumbo, e devem ter destinação diferente da dos outros tipos de resíduos domiciliares.

MODERNA

Este *Ponto final* trata de aspectos sociais, econômicos, ambientais e científicos que envolvem a questão energética e a sustentabilidade.

Ao explorá-lo, o professor poderá contribuir para que os estudantes estabeleçam relações entre diversos conceitos e conteúdos das Ciências da Natureza desenvolvidos ao longo do trabalho com este volume.

Os conteúdos e conceitos devem ser entendidos como sugestões; eles podem ser desenvolvidos na sequência e com o aprofundamento que o professor achar necessário e de acordo com o interesse dos estudantes.

Desenvolvimento do trabalho

Recomenda-se que a leitura do texto seja feita em voz alta (cada estudante lê um pequeno trecho). Depois disso, o professor deve organizar os grupos, com no máximo cinco integrantes, de preferência.

Com relação às questões propostas na seção, sugerimos alguns encaminhamentos e sugestão de resoluções.

1. Nessa proposta a ideia é que os estudantes foquem em sentimentos, sensações e não em explicações científicas sobre as imagens. De todo modo, como uma das fotos, a da Alemanha, relaciona-se a processo termoelétrico a carvão, vale destacar um material esclarecedor a respeito: Alemanha define cronograma para abandonar energia a carvão. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/alemanha-define-cronograma-para-abandonar-energia-a-carv%C3%A3o/a-52025758>. Acesso em: 6 ago. 2020.

2. a) Entre inúmeros exemplos comuns que eles podem encontrar estão: uso de placas solares para uso doméstico ou em pequenas propriedades rurais; barcos a vela (usando energia do vento); lanternas de bicicletas (acendem graças à transformação da energia mecânica, do movimento das pernas, em elétrica); usinas de eletricidade a partir de lixo etc.

b) Diversas respostas são possíveis, como: jogar papéis, bitucas de cigarro, sacos plásticos e outros materiais em ruas, rios e praias; descartar pilhas e lâmpadas fluorescentes em lixo comum; falta de observância às placas de indicação dos diversos tipos de materiais recicláveis (vidro, papel, metais, plásticos) quando do descarte de lixo em locais públicos; empregar o fogo para eliminar pequenas porções de lixo ou de mato; não armazenar o lixo de forma correta; não separar e encaminhar para lugares adequados materiais eletrônicos e outros recicláveis.

3. É importante verificar se na região em que vivem há coleta de lixo ou se são disponibilizados contêineres para que as pessoas realizem o descarte. Em ambos os casos, verifique se a coleta é seletiva, levando em conta os diferentes tipos de materiais recicláveis. É interessante também saber se alguns dos estudantes conhecem e/ou já visitaram alguma cooperativa que trabalhe com coleta seletiva. A lei que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) completou dez anos em 2020. Se julgar pertinente, explique os objetivos dessa lei e as dificuldades que os municípios enfrentam para atingir as metas. Recomendamos a leitura do texto a seguir e do vídeo indicado na sequência.

Logística reversa é gargalo da política brasileira de resíduos

A lei que criou a Política Nacional de Resíduos Sólidos vai fazer 10 anos e não vem sendo efetivamente implementada. A Frente Parlamentar Ambientalista promoveu um seminário que reuniu empresários, secretários de meio ambiente, trabalhadores de reciclagem e parlamentares para discutir os entraves da lei e os caminhos para a implementação efetiva da política pelos próximos 10 anos.

Uma das dificuldades, no caso dos resíduos recicláveis, está na implementação da logística reversa, um termo ainda pouco conhecido. A sequência da logística de abastecimento todos sabemos: fabricante, distribuidor, varejista e consumidor. A logística reversa faz o caminho contrário: consumidor, concentração, processamento e fabricante, ou seja, o consumidor faz a separação dos materiais, como diferentes tipos de embalagem, é feito o recolhimento de porta em porta, a seleção e o processamento do material com o retorno ao fabricante, que foi o gerador do material a ser reciclado.

A legislação estabelece que cabe aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes realizar o recolhimento dos produtos e dos resíduos remanescentes após o uso, assim como sua destinação final ambientalmente adequada. A lei alcança uma série de materiais, entre eles agrotóxicos, pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, lâmpadas fluorescentes e produtos eletroeletrônicos, além das embalagens contaminadas pelos resíduos.

CANUTO, L. C. Logística reversa é gargalo da política brasileira de resíduos. *Agência Câmara de Notícias*. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/680224-logistica-reversa-e-gargalo-da-politica-brasileira-de-residuos/>. Acesso em: 9 set. 2020.

- *Lei de Resíduos Sólidos completa 10 anos e ainda não está funcionando completamente*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=95YkZRWqj_c>. Acesso em: 6 ago. 2020.

4. Sugere-se que o professor pesquise, antes da atividade, essas informações sobre a região que o subsidiem na análise das respostas. A seguir, estão indicadas algumas fontes de pesquisa.

- *Agência Nacional de Energia Elétrica*
  Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/>.
- *Empresa de Pesquisa Energética*
  Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt>.
- BRONZATTI, I. N. *Matrizes Energéticas no Brasil*: Cenário 2010-2030. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STO_077_541_11890.pdf>.
  Acessos em: 6 ago. 2020.

5. Alguns exemplos de usinas que utilizam como fonte de energia a matéria orgânica:

- Curitiba – PR (CS Bioenergia).
  Disponível em: <http://csbioenergia.com.br/>.
- Caieiras – SP. Termoverde Caieiras.
  Disponível em: <http://www.termoverde.com.br/termoverdecaieiras>.

Acessos em: 6 ago. 2020.

6. A importância dessa atividade dá-se pela conscientização dos estudantes sobre a diferença entre **consumo** e **consumismo**. O consumismo pode ser caracterizado pela aquisição por impulso, sem base em uma reflexão, geralmente feita pelo valor simbólico (felicidade, sucesso), que inconscientemente atribuímos a alguma coisa, e é muitas vezes associado a bens supérfluos. Nossa sociedade incentiva o consumo de objetos desnecessários, como é o caso da troca de equipamentos que ainda estão em perfeito funcionamento e que não necessitariam ser substituídos. Talvez o caso mais emblemático seja o da troca de celulares. Se for possível, sugerimos a discussão de imagens, tais como as indicadas logo abaixo.

- Akatu
  Disponível em: <https://www.akatu.org.br>.
  Nesse *site*, você encontra diversos vídeos sobre consumo consciente.
- *Beleza intolerável: retratos do consumo em massa americano*, por Chris Jordan.
  Disponível em: <http://www.chrisjordan.com/gallery/intolerable/#cellphones2>.

Acessos em: 6 ago. 2020.

O fotógrafo Chris Jordan produziu uma série de fotografias entre os anos 2003 e 2005 a respeito do consumo em massa feita pelo estadunidenses. Nas imagens é possível visualizar grandes depósitos de equipamentos eletrônicos e partes deles. Além de serem formados por materiais cujas fontes de recursos não são renováveis, muitos são caros e outros ainda contêm elementos tóxicos. Se possível, destaque a fotografia em que é registrado o descarte de 426 mil celulares em somente um dia, apenas nos EUA.

Produtos

Na data combinada, os trabalhos podem ser apresentados em diversas formas: jornal, seminário, cartazes, painéis resumindo os principais pontos do trabalho, organização de campanhas em redes sociais, debates em fóruns de discussão mediados pelos próprios estudantes, criação de publicidade, *blogs*, *sites*, vídeos, entre outros.

Um trabalho de publicidade, por exemplo, pode ser uma campanha de conscientização da população sobre a importância do consumo consciente e de pensar e agir de forma sustentável etc.

MODERNA

É importante que, antes da realização dos trabalhos finais, o professor ajude os grupos a elaborar conclusões de caráter geral/interdisciplinar. Essa etapa irá auxiliá-los a evoluir na qualidade das elaborações coletivas, incluindo as que envolvem grupos maiores.

Com isso, favorece-se o desenvolvimento de comportamentos e atitudes que contemplam o diálogo, o respeito às diferentes opiniões e a busca pelo estabelecimento de um consenso.

Avaliação

Uma sugestão de avaliação é a do produto final, verificando se os materiais apresentados pelos estudantes individualmente são adequados à proposta inicial; é possível também avaliá-los ao longo do processo, verificando se houve empenho de todos os integrantes do grupo, revelado pela quantidade/qualidade de materiais apresentados, e se os textos produzidos revelam boa compreensão do assunto. Pode-se sugerir também uma autoavaliação para os membros do grupo.

Referências complementares

Há outros materiais que podem ser interessantes para a discussão dos assuntos deste *Ponto final*, indicados a seguir.

- **Sobre globalização e consumo desenfreado**

  The rise of lowsumerism (duração: cerca de 10 min – em inglês com legendas em português)
  Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=jk5gLBIhJtA>.

  Consumismo e a obsolescência programada (duração: cerca de 9 min)
  Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=GiPLYnjO-Mc>.

  Repensar o consumo, de André Trigueiro no TEDx Sudeste
  Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=_t223swPVIA>.

  A história das coisas (duração: cerca de 21 min – em inglês com legendas em português)
  Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=9GorqroigqM>.

  Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico
  Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ea/v26n74/a05v26n74.pdf>.

- **Sobre sustentabilidade**

  Confederação Nacional de Municípios
  Disponível em: <http://ods.cnm.org.br/>.

  Nesse endereço eletrônico, você encontra diversas informações e notícias sobre o monitoramento do desenvolvimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável nos municípios brasileiros. Também está disponível o aplicativo *Mandala ODS* com informações sobre o desempenho dos municípios brasileiros quanto aos objetivos da Agenda 2030.

  "Entrevista" discute sustentabilidade e geração de energia (ago. 2019)
  Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/nova-temporada-do-programa-entrevista-discute-sustentabilidade-e-geracao-de-energia/31292/>.

Acessos em: 7 ago. 2020.

MODERNA

MIGUEL THOMPSON
Doutor em Ciências (Área de concentração: Oceanografia Biológica) pela Universidade de São Paulo. Mestre em Ciências (Área de concentração: Oceanografia Biológica) pela Universidade de São Paulo. Bacharel em Ciências (Biologia) pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Professor.

ELOCI PERES RIOS
Doutora em Ciências (Área de concentração: Oceanografia Biológica) pela Universidade de São Paulo. Mestra em Ciências (Oceanografia Biológica) pela Universidade de São Paulo. Bacharela em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Professora.

WALTER SPINELLI
Doutor em Educação (Área de concentração: Educação – Opção: Ensino de Ciências e Matemática) pela Universidade de São Paulo. Mestre em Educação (Área de concentração: Educação – Opção: Ensino de Ciências e Matemática) pela Universidade de São Paulo. Professor.

HUGO REIS
Doutor em Ciências (Área de concentração: Física de Partículas Elementares) pela Universidade de São Paulo. Mestre em Ciências (Área de concentração: Física de Partículas Elementares) pela Universidade de São Paulo. Bacharel em Física pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Professor.

BLAIDI SANT'ANNA
Licenciado em Física pela Universidade de São Paulo. Diretor, coordenador pedagógico e professor.

VERA LÚCIA DUARTE DE NOVAIS
Mestre em Educação (Área de concentração: Currículo) pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Bacharela e licenciada em Química pela Universidade de São Paulo. Professora.

MURILO TISSONI ANTUNES
Licenciado em Química pela Universidade de São Paulo. Professor.

CONEXÕES

CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

Energia e ambiente

Área do conhecimento:
Ciências da Natureza e suas Tecnologias

1ª edição

São Paulo, 2020

MODERNA

Coordenação geral: Maria do Carmo Fernandes Branco
Edição executiva: Glaucia Teixeira, Rita Helena Bröckelmann
Edição: Thiago Macedo de Abreu Hortêncio, Daniel Hohl, Luiz Alberto de Paula, Kátia Paulilo Mantovani, Juliana Albuquerque, Ana Carolina de Almeida Yamamoto, Lara Vieira Leite, Paula Hirata
Assistência editorial: Elizangela Gomes Marques
Gerência de *design* e produção gráfica: Everson de Paula
Coordenação de produção: Patricia Costa
Suporte administrativo editorial: Maria de Lourdes Rodrigues
Coordenação de *design* e projetos visuais: Marta Cerqueira Leite
Projeto gráfico: Bruno Tonel
Capa: Daniela Cunha
Ilustrações: Otávio dos Santos, Daniela Cunha
IhorZigor/Shutterstock; Sazhnieva Oksana/Shutterstock; A-spring/Shutterstock
Coordenação de arte: Aderson Oliveira, Wilson Gazzoni
Edição de arte: Marcel Hideki Yonamine, Eliazar Alves Cavalcanti Junior, Nilza Shizue Yoshida
Editoração eletrônica: Grapho Editoração
Edição de infografia: Giselle Hirata, Priscilla Boffo
Coordenação de revisão: Camila Christi Gazzani, Elaine Cristina del Nero, Maristela S. Carrasco
Revisão: Ana Maria Marson, Elza Doring, Janaína Mello, Lilian Xavier, Sirlene Prignolato, Adriana Bairrada, Leandra Trindade, Viviane T. Mendes
Coordenação de pesquisa iconográfica: Sônia Oddi, Luciano Baneza Gabarron
Pesquisa iconográfica: Fabiana Nogueira, Enio Lopes, Vanessa Trindade, Márcia Mendonça, Camila D'Angelo, Renata Martins
Suporte administrativo editorial: Flávia Bosqueiro
Coordenação de *bureau*: Rubens M. Rodrigues
Tratamento de imagens: Joel Aparecido, Luiz Carlos Costa, Marina M. Buzzinaro
Pré-impressão: Alexandre Petreca, Everton L. de Oliveira, Marcio H. Kamoto, Vitória Sousa
Coordenação de produção industrial: Wendell Monteiro
Impressão e acabamento:

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Conexões : ciências da natureza e suas tecnologias / Miguel Thompson ... [et al.]. -- 1. ed. -- São Paulo : Moderna, 2020.

Outros autores: Eloci Peres Rios, Walter Spinelli, Hugo Reis, Blaidi Sant'Anna, Vera Lúcia Duarte de Novais, Murilo Tissoni Antunes
Área do conhecimento: Ciências da natureza e suas tecnologias
Obra em 6 vol.
Conteúdo: Matéria e energia -- Energia e ambiente -- Saúde e tecnologia -- Conservação e transformação -- Terra e equilíbrios -- Universo, materiais e evolução

1. Biologia (Ensino médio) 2. Ciências (Ensino médio) 3. Física (Ensino médio) 4. Química (Ensino médio) I. Thompson, Miguel. II. Rios, Eloci Peres. III. Spinelli, Walter. IV. Reis, Hugo. V. Sant'Anna, Blaidi. VI. Novais, Vera Lúcia Duarte de. VII. Antunes, Murilo Tissoni

20-39324 CDD-373.19

Índices para catálogo sistemático:

1. Ensino integrado : Livro-texto : Ensino médio 373.19

Maria Alice Ferreira - Bibliotecária - CRB-8/7964

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Todos os direitos reservados

EDITORA MODERNA LTDA.
Rua Padre Adelino, 758 - Belenzinho
São Paulo - SP - Brasil - CEP 03303-904
Vendas e Atendimento: Tel. (0_ _11) 2602-5510
Fax (0_ _11) 2790-1501
www.moderna.com.br
2020
Impresso no Brasil

1 3 5 7 9 10 8 6 4 2

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

APRESENTAÇÃO

A Ciência é uma poderosa ferramenta de análise da realidade. A partir das Ciências Naturais, é possível compreender os fenômenos da natureza e desenvolver tecnologias que contribuam para o bem-estar humano e que possam colaborar para um convívio harmônico entre nossa espécie e o planeta.

Desenvolvido de maneira fragmentada, porém, o conhecimento científico também pode ampliar diferenças sociais e até acelerar o processo de degradação do ambiente decorrente das ações humanas. Nesse sentido, desenvolver uma visão de área, conectando diferentes saberes científicos em torno dos desafios contemporâneos, contribui decisivamente para nossa formação integral.

Ao construir esta coleção, escolhemos eixos integradores capazes de agregar conceitos das diferentes áreas que compõem as Ciências da Natureza e suas Tecnologias (a Biologia, a Física e a Química) e de educar nosso olhar para entendermos a complexidade do mundo de hoje. Ideias estruturantes como Matéria, Energia, Ambiente, Saúde, Tecnologia e Evolução, entre outras, conduziram nosso trabalho, capítulo a capítulo, de maneira a facilitar o desenvolvimento de uma visão abrangente e crítica, apontando novas possibilidades educativas para conceitos tradicionalmente desenvolvidos de maneira isolada.

Dessa forma, entendemos que poderemos contribuir para a formação de indivíduos e de uma sociedade mais aberta, ética e consciente em busca de um entendimento maior do incrível mundo que nos cerca.

Bom trabalho!

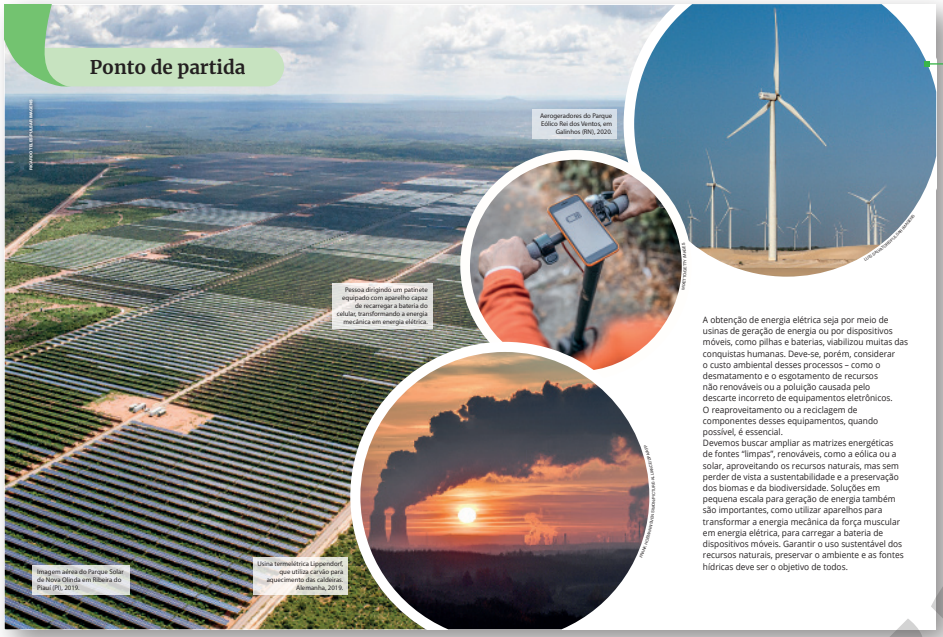
Autores

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

CONHEÇA SEU LIVRO

Videotutorial
- Assista ao videotutorial com orientações sobre o volume.



Ponto de partida
Envolve as três disciplinas e instiga os estudantes para o estudo do volume e suas temáticas.

CAPÍTULO 4
A energia que nos cerca

Para começo de conversa

Uma imagem como esta, mostrando que algumas regiões são mais iluminadas do que outras, serve para retratar diferenças de todo tipo: sociais, econômicas, tecnológicas etc. Será correto justificar que a diferença na intensidade da iluminação é devida à ocupação do solo, ou seja, é mais iluminada a área na qual vive mais gente? Se não, quais causas você apontaria? Como as descreveria?

A imagem noturna de 2017 mostra a iluminação das grandes cidades vista do espaço, quase como um mapa. Podemos notar a diferença no consumo de energia em diferentes regiões.

Neste capítulo você estudará que um ímã pode gerar corrente elétrica; que uma corrente elétrica pode criar um ímã; como é gerada a energia elétrica que abastece as cidades; o que são fontes renováveis de energia; e os tipos de usinas em que são utilizadas.

Desvendando a eletricidade

Quando aproximamos um ímã de um objeto metálico, ocorre atração, pois existe um campo magnético em torno do ímã.

Ao redor de nosso planeta também existe um campo magnético, como se a Terra fosse um grande ímã. É esse campo magnético que permite a orientação da agulha de uma bússola sempre para o norte geográfico.

Corpos metálicos são atraídos pelo campo magnético gerado pelo ímã.

88

Para começo de conversa
Imagem e questão(ões) contextualizadora(s) sobre um problema apresentado. Podem ser questões de levantamento de conhecimento prévio ou de hipóteses.

Atividades
Sequência de atividades ao longo do capítulo, que podem ser de aplicação mais direta de conceitos ou de questões abertas e dissertativas.

Ventilador: 127 V – 200 W

Considerando que o ventilador anunciado tenha rendimento de 75% e que a voltagem fornecida seja igual à nominal do aparelho, vamos calcular:

a) a energia elétrica que realmente o ventilador utiliza por segundo para movimentar suas pás.
Se o rendimento é de 75%, é essa a porcentagem que o ventilador utiliza para realizar o trabalho devido, ou seja, virar suas pás; 75% de 200 W são 150 W. Então, a energia elétrica por segundo consumida para girar as pás do ventilador é de 150 joules.

b) a intensidade de corrente elétrica que circula pelo ventilador.
O ventilador, ligado à fonte de 127 V, produzirá a potência de 200 W, independentemente de seu rendimento. De fato, 50 W serão dissipados na forma de calor, mas a corrente que o alimenta será resultado de:
$P = U \cdot i \Rightarrow 200 = 127 \cdot i \therefore i \simeq 1{,}6\ A$

Atividades

1. Qual é a intensidade de corrente elétrica que percorrerá um secador de cabelos de 600 W ligado à rede de 120 V?
2. O motor de uma máquina de lavar roupas tem potência $\frac{1}{3}$ hp e funciona ligado à rede residencial de 220 V. Quando em funcionamento, qual é a intensidade da corrente elétrica que percorre o motor?
3. As antigas lâmpadas incandescentes têm sido substituídas por modelos mais atuais, fluorescentes ou tipo LED. Observe uma tabela de correspondência entre potências de lâmpadas apresentada abaixo.

Lâmpada LED	Lâmpada fluorescente	Lâmpada incandescente
1 W	3 W	15 W
3 W	7 W	35 W
5 W	11 W	50 W
7 W	15 W	70 W
9 W	19 W	90 W
12 W	25 W	120 W
16 W	31 W	150 W
18 W	36 W	180 W

Fonte dos dados: Disponível em: <https://iei-brasil.org/2019/10/30/lampadas-medidas/>. Acesso em: 17 abr. 2020.

Selecione na tabela três potências de lâmpadas incandescentes. Considerando que as lâmpadas com potências selecionadas seriam ligadas à rede de 120 V, calcule a intensidade de corrente elétrica que percorreria a incandescente, a fluorescente e a LED em cada potência.

4. Um modelo de secador de cabelos é bivolt, ou seja, pode ser ligado às redes de 110 V ou 220 V sem que seu funcionamento seja comprometido de alguma maneira.
Calcule a diferença entre as intensidades de corrente quando do funcionamento do secador em 220 V e em 110 V.

Secador: bivolt – 1 200 W

26

Caixa de ferramentas
Explicação de alguns termos ou conceitos essenciais para a compreensão do texto.

Caixa de ferramentas

A unidade de medida hp (*horse-power*) é de origem inglesa e bastante adotada para indicar a potência de motores industriais.
1 hp ≃ 735 W

Interligações
Apresenta texto e atividades como uma oportunidade de relacionar o conteúdo do capítulo com situações cotidianas ou outras áreas do conhecimento.

Interligações

Não escreva no livro.

Será verdade que um raio não cai duas vezes no mesmo lugar?

Os raios são descargas elétricas geradas pela diferença de potencial entre dois pontos ou duas regiões. Nessa condição, quando uma das regiões está mais carregada eletricamente do que a outra, determinada quantidade de carga elétrica salta entre elas, tornando nula a carga elétrica das duas regiões, ou seja, atingindo o equilíbrio elétrico.

Essa descarga ocorre com mais frequência da nuvem para o solo, mas também ocorre entre nuvens ou, ainda, do solo para a nuvem, dependendo da quantidade e das características das cargas das regiões envolvidas.

Você provavelmente já ouviu a expressão "um raio não cai duas vezes no mesmo lugar". Ela significa que determinado fato dificilmente volta a se repetir do mesmo modo como ocorreu. Por exemplo, sabemos que ganhar na loteria duas vezes é quase impossível, pois ganhar uma única vez já é altamente improvável.

Descarga elétrica de grande intensidade na atmosfera. Londrina, PR, 2017.)

1. Pergunte a colegas e familiares se eles já conheciam essa hipótese sobre os raios e se eles já estiveram próximos à queda de um deles. Indague onde aconteceu. Anote as respostas para posterior comparação.
2. Pesquise sobre acidentes envolvendo queda de raios. Que características semelhantes têm esses eventos?
3. Os para-raios são equipamentos muito comuns em grandes cidades. Pesquise sobre seu funcionamento. O que acontece com a descarga elétrica que atinge um para-raios?
4. Analisando as respostas das questões anteriores, é possível afirmar que um raio pode cair duas vezes no mesmo lugar?

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

Ainda com relação ao texto anterior sobre tempestades, que tal divulgar sua pesquisa?

1. Dividam-se em grupos e elaborem um roteiro para a produção de um vídeo com cerca de 10 minutos, no formato de uma reportagem. Abordem, nessa reportagem, os pontos mais importantes da pesquisa.
Vocês podem, por exemplo, entrevistar pessoas ou usar um colega para fazer o papel do cientista que vai explicar, sob o ponto de vista da Física, as conclusões do grupo sobre o tema. A filmagem pode ser feita com um telefone celular ou uma câmera digital.

29

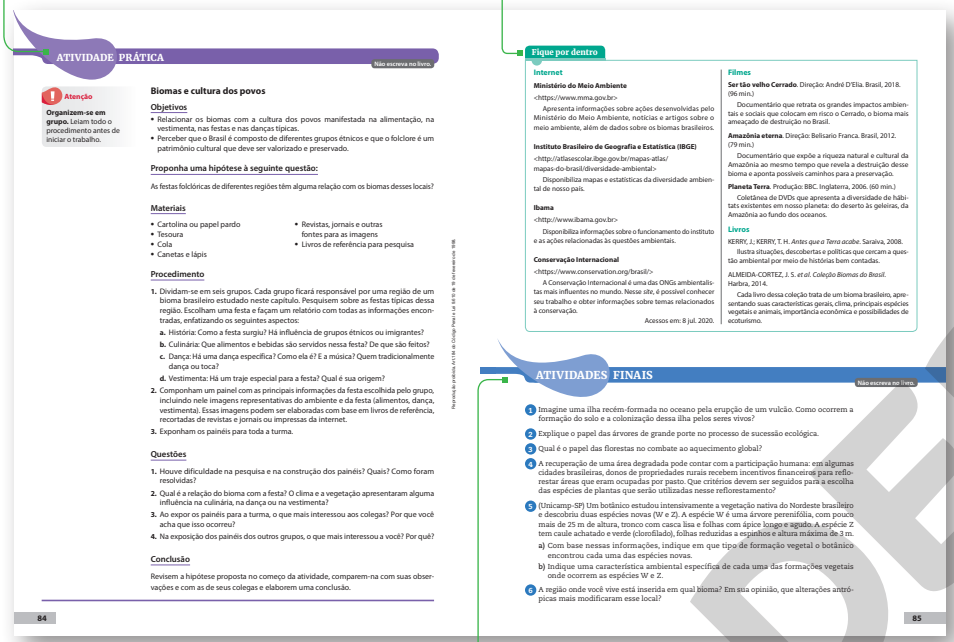
Comunicando ideias
Atividade que envolve o desenvolvimento de habilidades relacionadas à comunicação de conteúdos científicos, em suas várias formas, dirigida a diversos públicos e em vários meios.

MODERNA

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Atividade prática
Práticas, algumas de cunho investigativo, relacionadas não só à interpretação de resultados, mas ao planejamento de experimentos. Para isso, são apresentados procedimentos e questões que, com a mediação do professor, orientam e problematizam o trabalho.

Fique por dentro
Traz indicações de *sites*, livros, revistas e artigos, além de sugestões de vivências em ambientes fora da escola.


ATIVIDADE PRÁTICA

Não escreva no livro.

Atenção
Organizem-se em grupo. Leiam todo o procedimento antes de iniciar o trabalho.

Biomas e cultura dos povos

Objetivos
- Relacionar os biomas com a cultura dos povos manifestada na alimentação, na vestimenta, nas festas e nas danças típicas.
- Perceber que o Brasil é composto de diferentes grupos étnicos e que o folclore é um patrimônio cultural que deve ser valorizado e preservado.

Proponha uma hipótese à seguinte questão:

As festas folclóricas de diferentes regiões têm alguma relação com os biomas desses locais?

Materiais
- Cartolina ou papel pardo
- Tesoura
- Cola
- Canetas e lápis
- Revistas, jornais e outras fontes para as imagens
- Livros de referência para pesquisa

Procedimento
1. Dividam-se em seis grupos. Cada grupo ficará responsável por uma região de um bioma brasileiro estudado neste capítulo. Pesquisem sobre as festas típicas dessa região. Escolham uma festa e façam um relatório com todas as informações encontradas, enfatizando os seguintes aspectos:
   a. História: Como a festa surgiu? Há influência de grupos étnicos ou imigrantes?
   b. Culinária: Que alimentos e bebidas são servidos nessa festa? De que são feitos?
   c. Dança: Há uma dança específica? Como ela é? E a música? Quem tradicionalmente dança ou toca?
   d. Vestimenta: Há um traje especial para a festa? Qual é sua origem?
2. Componham um painel com as principais informações da festa escolhida pelo grupo, incluindo nele imagens representativas do ambiente e da festa (alimentos, dança, vestimenta). Essas imagens podem ser elaboradas com base em livros de referência, recortadas de revistas e jornais ou impressas da internet.
3. Exponham os painéis para toda a turma.

Questões
1. Houve dificuldade na pesquisa e na construção dos painéis? Quais? Como foram resolvidas?
2. Qual é a relação do bioma com a festa? O clima e a vegetação apresentaram alguma influência na culinária, na dança ou na vestimenta?
3. Ao expor os painéis para a turma, o que mais interessou aos colegas? Por que você acha que isso ocorreu?
4. Na exposição dos painéis dos outros grupos, o que mais interessou a você? Por quê?

Conclusão

Revisem a hipótese proposta no começo da atividade, comparem-na com suas observações e com as de seus colegas e elaborem uma conclusão.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Fique por dentro

Internet

Ministério do Meio Ambiente
<https://www.mma.gov.br>
Apresenta informações sobre ações desenvolvidas pelo Ministério do Meio Ambiente, notícias e artigos sobre o meio ambiente, além de dados sobre os biomas brasileiros.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)
<http://atlasescolar.ibge.gov.br/mapas-atlas/mapas-do-brasil/diversidade-ambiental>
Disponibiliza mapas e estatísticas da diversidade ambiental de nosso país.

Ibama
<http://www.ibama.gov.br>
Disponibiliza informações sobre o funcionamento do instituto e as ações relacionadas às questões ambientais.

Conservação Internacional
<https://www.conservation.org/brasil/>
A Conservação Internacional é uma das ONGs ambientalistas mais influentes no mundo. Nesse site, é possível conhecer seu trabalho e obter informações sobre temas relacionados à conservação.
Acessos em: 8 jul. 2020.

Filmes

Ser tão velho Cerrado. Direção: André D'Elia. Brasil, 2018. (96 min.)
Documentário que retrata os grandes impactos ambientais e sociais que colocam em risco o Cerrado, o bioma mais ameaçado de destruição no Brasil.

Amazônia eterna. Direção: Belisário Franca. Brasil, 2012. (79 min.)
Documentário que expõe a riqueza natural e cultural da Amazônia ao mesmo tempo que revela a destruição desse bioma e aponta possíveis caminhos para a preservação.

Planeta Terra. Produção: BBC. Inglaterra, 2006. (60 min.)
Coletânea de DVDs que apresenta a diversidade de habitats existentes em nosso planeta: do deserto às geleiras, da Amazônia ao fundo dos oceanos.

Livros

KERRY, J.; KERRY, T. H. *Antes que a Terra acabe*. Saraiva, 2008.
Ilustra situações, descobertas e políticas que cercam a questão ambiental por meio de histórias bem contadas.

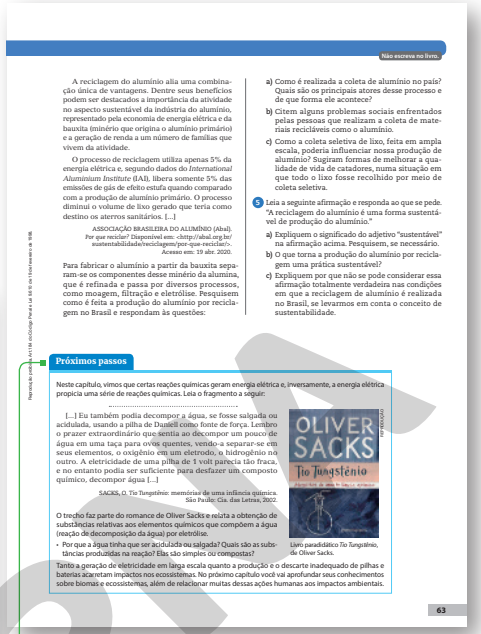
ALMEIDA-CORTEZ, J. S. *et al. Coleção Biomas do Brasil*. Harbra, 2014.
Cada livro dessa coleção trata de um bioma brasileiro, apresentando suas características gerais, clima, principais espécies vegetais e animais, importância econômica e possibilidades de ecoturismo.

ATIVIDADES FINAIS

Não escreva no livro.

1. Imagine uma ilha recém-formada no oceano pela erupção de um vulcão. Como ocorrem a formação do solo e a colonização dessa ilha pelos seres vivos?
2. Explique o papel das árvores de grande porte no processo de sucessão ecológica.
3. Qual é o papel das florestas no combate ao aquecimento global?
4. A recuperação de uma área degradada pode contar com a participação humana: em algumas cidades brasileiras, donos de propriedades rurais recebem incentivos financeiros para reflorestar áreas que eram ocupadas por pasto. Que critérios devem ser seguidos para a escolha das espécies de plantas que serão utilizadas nesse reflorestamento?
5. (Unicamp-SP) Um botânico estudou intensivamente a vegetação nativa do Nordeste brasileiro e descobriu duas espécies novas (W e Z). A espécie W é uma árvore perenifólia, com pouco mais de 25 m de altura, tronco com casca lisa e folhas com ápice longo e agudo. A espécie Z tem caule achatado e verde (caulifolia), folhas reduzidas a espinhos e altura máxima de 3 m.
   a) Com base nessas informações, indique em que tipo de formação vegetal o botânico encontrou cada uma das espécies novas.
   b) Indique uma característica ambiental específica de cada uma das formações vegetais onde ocorrem as espécies W e Z.
6. A região onde você vive está inserida em qual bioma? Em sua opinião, que alterações antrópicas mais modificaram esse local?

Atividades finais
Conjunto de atividades e problemas sobre o conteúdo do capítulo, com aplicação dos conceitos ou sua mobilização em novas situações, dando continuidade às atividades presentes ao longo do tópico.


Não escreva no livro.

A reciclagem do alumínio alia uma combinação única de vantagens. Dentre seus benefícios podem ser destacados a importância da atividade no aspecto sustentável da indústria do alumínio, representado pela economia de energia elétrica e da bauxita (minério que origina o alumínio primário) e a geração de renda a um número de famílias que vivem da atividade.

O processo de reciclagem utiliza apenas 5% da energia elétrica e, segundo dados do *International Aluminium Institute* (IAI), libera somente 5% das emissões de gás de efeito estufa quando comparado com a produção de alumínio primário. O processo diminui o volume de lixo gerado que teria como destino os aterros sanitários. [...]

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO (Abal). *Por que reciclar?* Disponível em: <http://abal.org.br/sustentabilidade/reciclagem/por-que-reciclar/>. Acesso em: 19 abr. 2020.

Para fabricar o alumínio a partir da bauxita separam-se os componentes desse minério da alumina, que é refinada e passa por diversos processos, como moagem, filtração e eletrólise. Pesquisem como é feita a produção do alumínio por reciclagem no Brasil e respondam às questões:

a) Como é realizada a coleta de alumínio no país? Quais são os principais atores desse processo e de que forma ele acontece?
b) Citem alguns problemas sociais enfrentados pelas pessoas que realizam a coleta de materiais recicláveis como o alumínio.
c) Como a coleta seletiva de lixo, feita em ampla escala, poderia influenciar nessa produção de alumínio? Sugiram formas de melhorar a qualidade de vida de catadores, numa situação em que todo o lixo fosse recolhido por meio de coleta seletiva.

5. Leia a seguinte afirmação e responda ao que se pede. "A reciclagem do alumínio é uma forma sustentável de produção do alumínio."
   a) Expliquem o significado do adjetivo "sustentável" na afirmação acima. Pesquisem, se necessário.
   b) O que torna a produção do alumínio por reciclagem uma prática sustentável?
   c) Expliquem por que não se pode considerar essa afirmação totalmente verdadeira nas condições em que a reciclagem de alumínio é realizada no Brasil, se levarmos em conta o conceito de sustentabilidade.

Próximos passos

Neste capítulo, vimos que certas reações químicas geram energia elétrica e, inversamente, a energia elétrica propicia uma série de reações químicas. Leia o fragmento a seguir:

[...] Eu também podia decompor a água, se fosse salgada ou acidulada, usando a pilha de Daniell como fonte de força. Lembro o prazer extraordinário que sentia ao decompor um pouco de água em uma taça para ovos quentes, vendo-a separar-se em seus elementos, o oxigênio em um eletrodo, o hidrogênio no outro. A eletricidade de uma pilha de 1 volt parecia tão fraca, e no entanto podia ser suficiente para desfazer um composto químico, decompor água [...]

SACKS, O. *Tio Tungstênio*: memórias de uma infância química. São Paulo: Cia. das Letras, 2002.

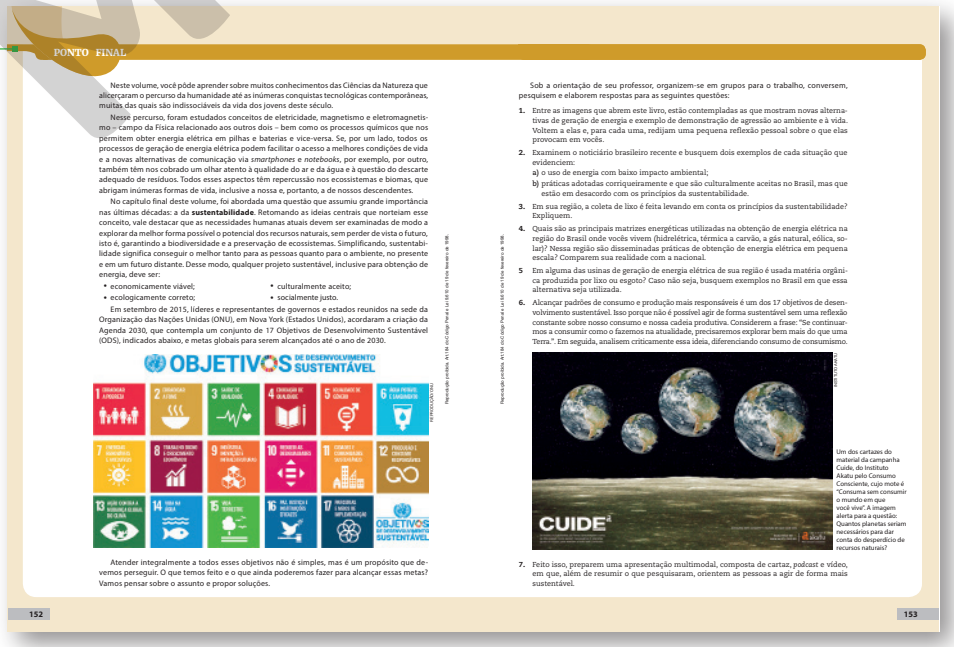
O trecho faz parte do romance de Oliver Sacks e relata a obtenção de substâncias relativas aos elementos químicos que compõem a água (reação de decomposição da água) por eletrólise.
- Por que a água tinha que ser acidulada ou salgada? Quais são as substâncias produzidas na reação? Elas são simples ou compostas?

Tanto a geração de eletricidade em larga escala quanto a produção e o descarte inadequado de pilhas e baterias acarretam impactos nos ecossistemas. No próximo capítulo você vai aprofundar seus conhecimentos sobre biomas e ecossistemas, além de relacionar muitas dessas ações humanas aos impactos ambientais.

Livro paradidático *Tio Tungstênio*, de Oliver Sacks.

Próximos passos
Ao final do capítulo, com intenção de conectar os conhecimentos, estabelece uma relação entre o capítulo em que se encontra e o seguinte.

Ponto final
Recupera a abertura do volume e realiza um fechamento, que pode ser uma sequência de atividades, um projeto, uma proposta de ampliação ou outros.


PONTO FINAL

Neste volume, você pôde aprender sobre muitos conhecimentos das Ciências da Natureza que alicerçaram o percurso da humanidade até as inúmeras conquistas tecnológicas contemporâneas, muitas das quais são indissociáveis da vida dos jovens deste século.

Nesse percurso, foram estudados conceitos de eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo – campo da Física relacionado aos outros dois – bem como os processos químicos que nos permitem obter energia elétrica em pilhas e baterias e vice-versa. Se, por um lado, todos os processos de geração de energia elétrica podem facilitar o acesso a melhores condições de vida e a novas alternativas de comunicação via *smartphones* e *notebooks*, por exemplo, por outro, também têm nos cobrado um olhar atento à qualidade do ar e da água e à questão do descarte adequado de resíduos. Todos esses aspectos têm repercussão nos ecossistemas e biomas, que abrigam inúmeras formas de vida, inclusive a nossa e, portanto, a de nossos descendentes.

No capítulo final deste volume, foi abordada uma questão que assumiu grande importância nas últimas décadas: a da **sustentabilidade**. Retomando as ideias centrais que norteiam esse conceito, vale destacar que as necessidades humanas atuais devem ser examinadas de modo a explorar da melhor forma possível o potencial dos recursos naturais, sem perder de vista o futuro, isto é, garantindo a biodiversidade e a preservação de ecossistemas. Simplificando, sustentabilidade significa conseguir o melhor tanto para as pessoas quanto para o ambiente, no presente e em um futuro distante. Desse modo, qualquer projeto sustentável, inclusive para obtenção de energia, deve ser:
- economicamente viável;
- ecologicamente correto;
- culturalmente aceito;
- socialmente justo.

Em setembro de 2015, líderes e representantes de governos e estados reunidos na sede da Organização das Nações Unidas (ONU), em Nova York (Estados Unidos), acordaram a criação da Agenda 2030, que contempla um conjunto de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), indicados abaixo, e metas globais para serem alcançados até o ano de 2030.

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Atender integralmente a todos esses objetivos não é simples, mas é um propósito que devemos perseguir. O que temos feito e o que ainda poderemos fazer para alcançar essas metas? Vamos pensar sobre o assunto e propor soluções.

Sob a orientação de seu professor, organizem-se em grupos para o trabalho, conversem, pesquisem e elaborem respostas para as seguintes questões:

1. Entre as imagens que abrem este livro, estão contempladas as que mostram novas alternativas de geração de energia e exemplo de demonstração de agressão ao ambiente e à vida. Voltem a elas e, para cada uma, redijam uma pequena reflexão pessoal sobre o que elas provocam em vocês.
2. Examinem o noticiário brasileiro recente e busquem dois exemplos de cada situação que evidenciem:
   a) o uso de energia com baixo impacto ambiental;
   b) práticas adotadas corriqueiramente e que são culturalmente aceitas no Brasil, mas que estão em desacordo com os princípios da sustentabilidade.
3. Em sua região, a coleta de lixo é feita levando em conta os princípios da sustentabilidade? Expliquem.
4. Quais são as principais matrizes energéticas utilizadas na obtenção de energia elétrica na região do Brasil onde vocês vivem (hidrelétrica, térmica a carvão, a gás natural, eólica, solar)? Nessa região são disseminadas práticas de obtenção de energia elétrica em pequena escala? Comparem sua realidade com a nacional.
5. Em alguma das usinas de geração de energia elétrica de sua região é usada matéria orgânica produzida por lixo ou esgoto? Caso não seja, busquem exemplos no Brasil em que essa alternativa seja utilizada.
6. Alcançar padrões de consumo e produção mais responsáveis é um dos 17 objetivos de desenvolvimento sustentável. Isso porque não é possível agir de forma sustentável sem uma reflexão constante sobre nosso consumo e nossa cadeia produtiva. Considerem a frase: "Se continuarmos a consumir como o fazemos na atualidade, precisaremos explorar bem mais do que uma Terra." Em seguida, analisem criticamente essa ideia, diferenciando consumo de consumismo.

Um dos cartazes do material da campanha Cuide, do Instituto Akatu pelo Consumo Consciente, cujo mote é "Consuma sem consumir o mundo em que você vive". A imagem alerta para a questão: Quantos planetas seriam necessários para dar conta do desperdício de recursos naturais?

7. Feito isso, preparem uma apresentação multimodal, composta de cartaz, *podcast* e vídeo, em que, além de resumir o que pesquisaram, orientem as pessoas a agir de forma mais sustentável.

Objetivos

- Conhecer as etapas da sucessão ecológica e identificá-las em diferentes paisagens.
- Reconhecer a biodiversidade brasileira e mundial, identificando os principais biomas.
- Refletir sobre os impactos das ações humanas em diferentes ecossistemas.
- Compreender o conceito de sustentabilidade em suas dimensões ecológica, social e econômica, aplicando-o à análise de atividades humanas distintas.
- Conhecer alternativas tecnológicas de produção de alimentos, produção de energia e tratamento de resíduos que visam à sustentabilidade.
- Reconhecer as características e a importância das diferentes categorias de unidades de conservação.
- Compreender de forma ampla como a eletricidade é gerada a partir do eletromagnetismo e como ela é utilizada, permitindo discussões relacionadas aos conceitos de sustentabilidade, hábitos sustentáveis e impactos ambientais.
- Aprofundar a exploração sobre as diversas fontes de produção de energia, suas diferenças, impactos gerados na natureza e tecnologias envolvidas.
- Relacionar os processos de oxirredução ao funcionamento de pilhas e baterias.
- Reconhecer aspectos econômicos, sociais e ambientais relacionados à corrosão de materiais.
- Compreender como ocorrem transformações químicas por ação da corrente elétrica.
- Reconhecer as principais fontes de poluição do ar e da água e seus efeitos no ambiente e nos seres vivos.
- Refletir sobre problemas ambientais e de saúde decorrentes do lançamento de resíduos domésticos e industriais em cursos de água.

Justificativa

Compreender a dinâmica da sucessão ecológica e a diversidade de biomas no mundo é necessário para avaliar de maneira crítica os impactos das ações humanas no ambiente. Reconhecidos esses impactos, faz-se necessário refletir sobre como minimizá-los ou revertê-los, o que inclui considerações acerca de legislação ambiental e alternativas tecnológicas que visam à sustentabilidade.

Esses conhecimentos permitem compreender e avaliar criticamente algumas das informações com as quais nos deparamos todos os dias, como o aquecimento global, a redução da camada de ozônio, iniciativas sustentáveis, o desmatamento e suas consequências, a poluição por resíduos de atividades industriais, a precariedade do saneamento básico de nosso país etc.

Para estruturar a compreensão dessas questões, são também importantes o estudos dos conceitos fundamentais de eletricidade, magnetismo e eletroquímica tratados no volume. Tudo isso poderá contribuir para que o estudante adquira repertório para atuar, individual ou coletivamente, na construção de uma sociedade mais justa e ambientalmente mais responsável.

MODERNA

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

A BNCC neste volume

REPRODUÇÃO

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento aprovado em 2018 que apresenta os conhecimentos mínimos que todos os estudantes do Brasil devem aprender durante a Educação Básica (Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio).

Esses conhecimentos estão estruturados em competências e habilidades. As habilidades são indicadas por seus códigos; veja a seguir como é composto o código da habilidade.

EM 13 CNT 103

- **EM**: O primeiro par de letras indica a etapa de **Ensino Médio**.
- **13**: O primeiro par de números (13) indica que as habilidades descritas podem ser desenvolvidas em qualquer série do Ensino Médio.
- **CNT**: A segunda sequência de letras indica a área (três letras) ou o componente curricular (duas letras):
  LGG = Linguagens e suas Tecnologias
  LP = Língua Portuguesa
  MAT = Matemática e suas Tecnologias
  CNT = Ciências da Natureza e suas Tecnologias
  CHS = Ciências Humanas e Sociais Aplicadas
- **103**: Os números finais indicam a competência específica à qual se relaciona a habilidade (1º número) e a sua numeração no conjunto de habilidades relativas a cada competência (dois últimos números).

Nos quadros a seguir, você pode conhecer quais competências e habilidades estão sendo mobilizadas no desenvolvimento de cada capítulo deste livro.

Competências gerais	Capítulos
1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.	1, 3, 4 e 6
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.	1, 2, 4, 5 e 6
3. Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.	3
4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.	2, 3, 4, 5 e 6
5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.	1, 2 e 6
6. Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.	3 e 5
7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.	1, 2, 4, 5 e 6
9. Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.	3 e 5
10. Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.	2, 5 e 6

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Capítulos
1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.	**(EM13CNT101)** Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.	1, 2, 5 e 6
	(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.	6
	(EM13CNT104) Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.	2, 3 e 5
	(EM13CNT105) Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.	2
	(EM13CNT106) Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais.	4, 5 e 6
	(EM13CNT107) Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos – com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais –, para propor ações que visem a sustentabilidade.	2
2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.	**(EM13CNT201)** Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.	4
	(EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).	3
	(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).	2, 3, 5 e 6
	(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.	1

Continua na próxima página

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

	(EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.	3, 5 e 6
3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).	**(EM13CNT301)** Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.	2, 4 e 5
	(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.	1 e 5
	(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.	2, 3 e 5
	(EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.	1, 2 e 5
	(EM13CNT307) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.	2
	(EM13CNT308) Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.	1, 2 e 4
	(EM13CNT309) Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.	2 e 4
	(EM13CNT310) Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.	4 e 6

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

SUMÁRIO

Ponto de partida 12

Capítulo 1 Eletricidade: de onde vem e para onde vai? 14

O que é a corrente elétrica? 16
Comunicando ideias 17
Interligações – A experiência de Millikan e a carga do elétron 19
Interligações – Gaiola de Faraday 20
Tensão, voltagem ou diferença de potencial 21
Atividade prática – Pilha feita de limão 23
Interligações – Física e medicina 24
Potência elétrica 24
Interligações – Aparelhos que funcionam em 110 V, 220 V ou bivolt?
Qual tipo consome mais energia elétrica? 27
Voltagem, corrente e resistência elétrica 28
Interligações – Será verdade que um raio não cai duas vezes no mesmo lugar? 29
Comunicando ideias 29
Circuitos em paralelo e circuitos em série 30
Interligações – Cuidado com o curto-circuito? 32
Interligações – A rede elétrica residencial – fases e disjuntores 34
Fique por dentro 35
Atividades finais 36
Próximos passos 37

Capítulo 2 Geradores de energia portáteis 38

Das pilhas antigas às atuais 39
Interligações – Como surgiram as pilhas elétricas? 39
Atividade prática – Reconstruindo o gerador de Volta 41
As pilhas atuais 43
A corrosão: um problema a ser enfrentado 51
Atividade prática – Que condições favorecem o desenvolvimento da ferrugem? 52
Pilhas e baterias em nosso cotidiano 54
Interligações – Os perigosos íons de metais pesados 56
Comunicando ideias 57
Eletrólise 58
Interligações – Faraday 60
Fique por dentro 61
Atividades finais 62
Próximos passos 63

Capítulo 3 Biodiversidade no mundo e no Brasil 64

Sucessão ecológica 65
Comunicando ideias 67
Biomas do mundo 68
Os principais biomas terrestres 69
Domínios morfoclimáticos brasileiros 74
Interligações – A Amazônia e o látex 76
Bioacumulação 82
Comunicando ideias 83
Interligações – Medidas de repovoamento 83
Atividade prática – Biomas e cultura dos povos 84

MODERNA

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Fique por dentro 85
Atividades finais 85
Próximos passos 87

Capítulo 4 A energia que nos cerca 88

Desvendando a eletricidade 88
Atividade prática – Montando um eletroímã 92
Interligações – Cartões com tarja magnética 94
Interligações – Disjuntor 95
A energia que utilizamos 96
Interligações – Usinas maremotrizes 99
Interligações – Automóveis elétricos – o futuro 103
Comunicando ideias 105
Fique por dentro 105
Atividades finais 106
Próximos passos 107

Capítulo 5 Impactos ambientais 108

Qualidade do ar 109
Principais fontes de poluição atmosférica 111
Principais poluentes primários 113
Interligações – A camada de ozônio e o Prêmio Nobel de 1995 116
Padrões de qualidade do ar 122
A chuva ácida 124
Dispersão de poluentes 127
Comunicando ideias 129
Poluição da água 129
Comunicando ideias 132
Fique por dentro 134
Atividades finais 135
Próximos passos 136

Capítulo 6 Reduzindo impactos 137

Desenvolvimento sustentável 138
Interligações – Sustentabilidade nas relações internacionais 138
Alternativas energéticas 139
Interligações – Forno solar 140
Comunicando ideias 141
Produção de alimentos 141
Destino do lixo e do esgoto 142
Conservação de ecossistemas 143
Unidades de conservação 144
Recuperação de ecossistemas degradados 147
Atividade prática – Bioindicadores da poluição atmosférica 148
Fique por dentro 149
Atividades finais 150

Ponto final 152
Respostas das atividades e atividades finais 154
Referências bibliográficas comentadas 159

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Ponto de partida

RICARDO TELES/PULSAR IMAGENS

Pessoa dirigindo um patinete equipado com aparelho capaz de recarregar a bateria do celular, transformando a energia mecânica em energia elétrica.

Imagem aérea do Parque Solar de Nova Olinda em Ribeira do Piauí (PI), 2019.

Usina termelétrica Lippendorf, que utiliza carvão para aquecimento das caldeiras. Alemanha, 2019.

Aerogeradores do Parque Eólico Rei dos Ventos, em Galinhos (RN), 2020.

LUIS SALVATORE/PULSAR IMAGENS

MIXETTO/GETTY IMAGES

FRANK HOEMANN/SVEN SIMON/PICTURE-ALLIANCE/DPA/AFP

A obtenção de energia elétrica seja por meio de usinas de geração de energia ou por dispositivos móveis, como pilhas e baterias, viabilizou muitas das conquistas humanas. Deve-se, porém, considerar o custo ambiental desses processos – como o desmatamento e o esgotamento de recursos não renováveis ou a poluição causada pelo descarte incorreto de equipamentos eletrônicos. O reaproveitamento ou a reciclagem de componentes desses equipamentos, quando possível, é essencial.

Devemos buscar ampliar as matrizes energéticas de fontes "limpas", renováveis, como a eólica ou a solar, aproveitando os recursos naturais, mas sem perder de vista a sustentabilidade e a preservação dos biomas e da biodiversidade. Soluções em pequena escala para geração de energia também são importantes, como utilizar aparelhos para transformar a energia mecânica da força muscular em energia elétrica, para carregar a bateria de dispositivos móveis. Garantir o uso sustentável dos recursos naturais, preservar o ambiente e as fontes hídricas deve ser o objetivo de todos.

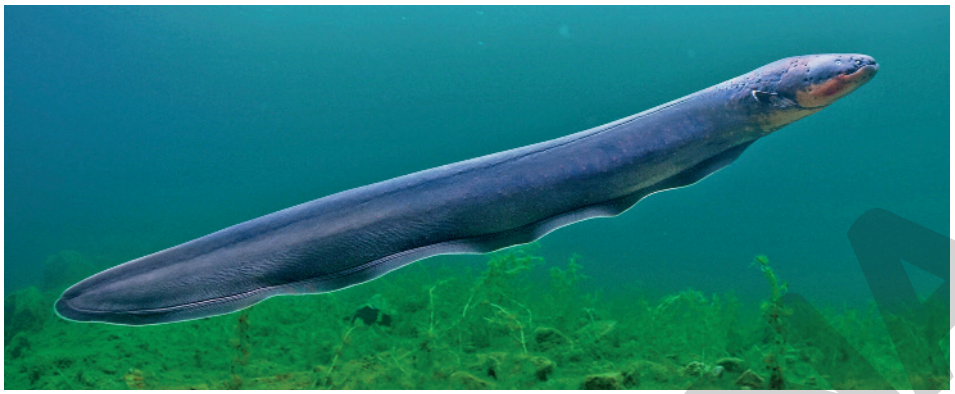
MODERNA

CAPÍTULO

1 Eletricidade: de onde vem e para onde vai?

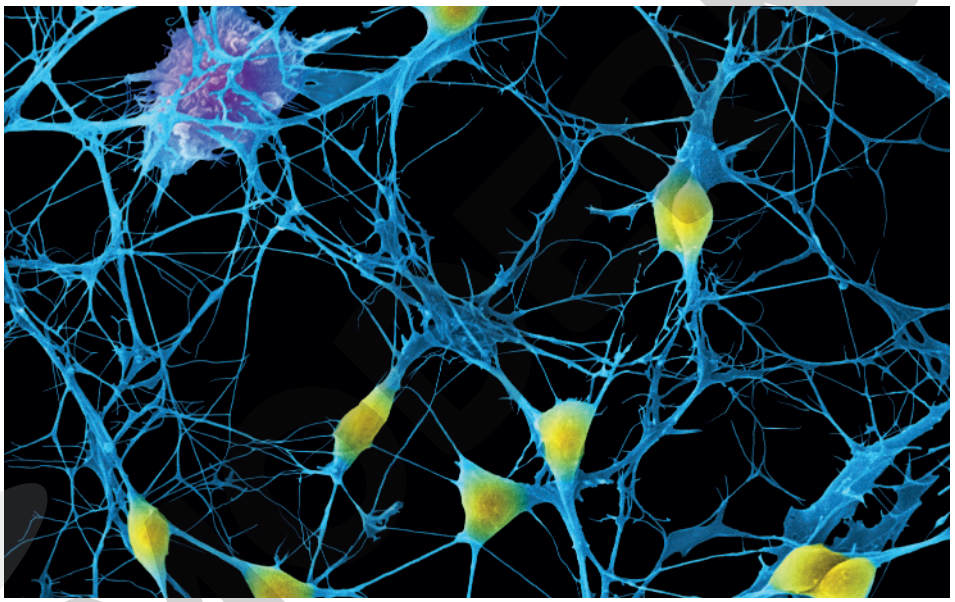
Veja respostas e comentários para as atividades do capítulo no **Suplemento do Professor**.

BNCC:
EM13CNT101
EM13CNT205
EM13CNT302
EM13CNT306
EM13CNT308



PAULO DE OLIVEIRA/PHOTOSHOT/EASYPIX BRASIL

O poraquê (*Electrophorus electricus*) pode chegar a 2 metros de comprimento e produz descargas elétricas para atordoar suas presas. (Rio Orinoco, Venezuela, 2018.)



DENNIS KUNKEL MICROSCOPY/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTOARENA

Microfotografia eletrônica colorida do complexo sistema de neurônios cerebrais que carregam os impulsos nervosos. (Ampliação de 1.900×.)

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Para começo de conversa

Há algo em comum nas imagens. Uma delas mostra o poraquê, uma espécie de peixe-elétrico cujo nome científico é *Electrophorus electricus*, capaz de produzir uma forte descarga elétrica em frações de segundos.

Na outra vemos a representação de sinapses, impulsos nervosos ocorrendo para a comunicação dos neurônios entre si, ou para a comunicação dos neurônios com o resto do corpo. Esses impulsos são conduzidos pelas células nervosas através de cargas elétricas. Quando esses sinais são transmitidos de maneira irregular no cérebro de uma pessoa, ela pode vir a sofrer de uma síndrome neurológica, como a epilepsia.

As sinapses e o poraquê são apenas dois exemplos que envolvem o conhecimento dos princípios da eletricidade.

Você consegue pensar em outras aplicações desses conhecimentos, além das que percebe na instalação elétrica de sua residência? Em quais situações, por exemplo, a utilização de baterias é importante para a melhoria da qualidade de vida humana?

Neste capítulo você estudará a corrente elétrica, como é gerada e como alimenta nossas residências; os tipos de circuitos elétricos mais comuns; o significado dos "volts" e dos "watts" encontrados em tomadas e em equipamentos elétricos.

Sentimos a presença e os efeitos da eletricidade a todo instante em nossas vidas, mas não a vemos, a não ser seus efeitos, como nos raios em dias de tempestade. Se não vemos a eletricidade, como explicar, por exemplo, que:

- basta apertar o interruptor que a lâmpada acende;
- a água aquece quando passa pelo chuveiro;
- existem equipamentos que precisam ser ligados em 110 volts e outros em 220 volts;
- o celular pode ser carregado em qualquer tomada comum, aqui e em qualquer lugar do mundo.

JUDSON CASTRO/SHUTTERSTOCK

Os raios são descargas elétricas que podem ocorrer entre nuvens e entre nuvens e o solo. (Goiânia, GO, 2018).

No século XIX, mais precisamente em 1879, o estadunidense Thomas Alva Edison (1846-1931) planejou e realizou um feito memorável para a época: iluminou uma rua inteira da cidade de Nova York com lâmpadas incandescentes, muito parecidas com as que utilizávamos até há muito pouco tempo. Com isso, Edison passou a ser reconhecido como o inventor da lâmpada. A partir daí, começou a revolução elétrica, dando início à geração de novos equipamentos que revolucionaram a forma de vida da humanidade.

Você consegue imaginar como seria o dia a dia sem a luz das lâmpadas, televisão, geladeira, computador, radiografia e até mesmo sem celular? Como seria a rotina das pessoas de sua família caso vivessem em um tempo sem a descoberta da eletricidade?

HTWE/SHUTTERSTOCK

O impacto de uma ausência duradoura de eletricidade seria muito grande em nossa sociedade, pois dependemos muito dela atualmente.

Se esses equipamentos, e muitos outros, só existem e funcionam devido à eletricidade que recebem, parece justo colocar a descoberta da corrente elétrica como uma das mais importantes já realizadas pela humanidade. Mas como tudo começou? Como evoluiu? Em que estágio estamos hoje?

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

O que é a corrente elétrica?

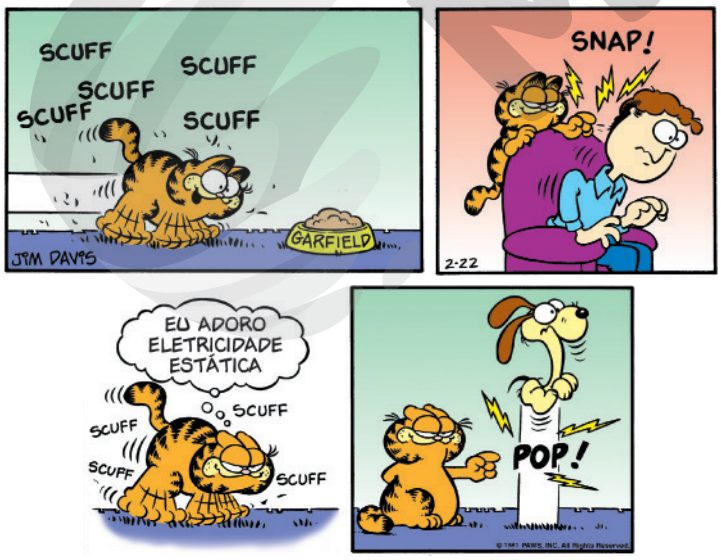
Quando ajudamos alguém a empurrar um carro enguiçado, precisamos encostar uma parte do corpo, geralmente as mãos, no veículo, a fim de aplicar a força necessária para movimentá-lo. No entanto, quando uma laranja madura despenca da árvore e cai em direção à Terra, a força de atração da Terra sobre a fruta ocorre mesmo que não haja contato entre elas. Percebemos então que há uma diferença nas duas situações apresentadas: no primeiro caso, age uma força de contato; no segundo, uma força de campo.

MB IMAGES/SHUTTERSTOCK

JIM WATSON/AFP PHOT/GETTY IMAGES

Uma força de contato atua no momento em que se empurra o balanço; uma força de campo puxa a atleta para a piscina: a força de atração gravitacional.

Objetos de metal colocados próximos a um ímã são atraídos em direção a ele. Isso ocorre porque na região em torno do ímã existe um **campo magnético**. Em museus de ciências de todo o mundo existem **geradores de Van de Graaff**, nos quais uma cúpula **eletrizada** atrai pequenos corpos. Corpos eletrizados criam um **campo elétrico** ao seu redor.



GARFIELD, JIM DAVIS © 1981 PAWS, INC. ALL RIGHTS RESERVED/DIST. BY ANDREWS MCMEEL SYNDICATION

O atrito entre duas superfícies diferentes permite que elétrons sejam transferidos entre elas.

AGE FOTOSTOCK / EASYPIX BRASIL

Ao tocar na cúpula eletrizada do gerador de Van de Graaff, todo nosso corpo também se eletriza, inclusive os fios de cabelo, que passam a se repelir mutuamente.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

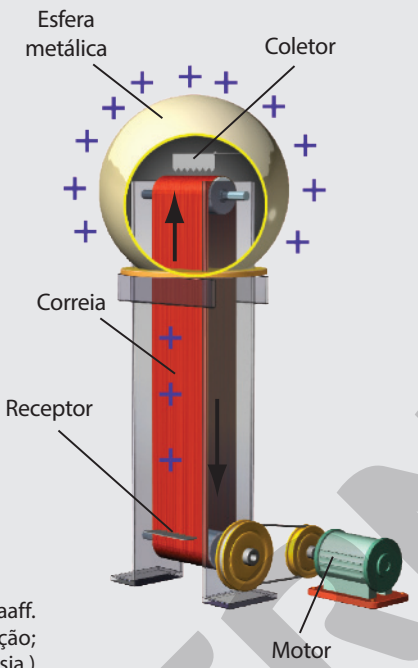
Comunicando ideias

Não escreva no livro.

Em um gerador de Van de Graaff, há uma cúpula esférica de metal e uma tira de material isolante, como borracha, que envolve duas polias que giram acionadas manualmente ou por meio de um motor elétrico.

Próximo a cada uma das polias, a borracha é atritada com um condutor, para haver transferência de elétrons entre eles. A carga absorvida na parte inferior da tira de borracha é levada até a parte superior, onde fica a esfera de metal, e é transferida para a superfície da esfera, que, assim, se torna eletrizada.

A pessoa que toca a cúpula do gerador de Van de Graaff está, normalmente, sobre uma base de madeira. Por que você acha que isso é necessário? Discuta essa questão com seus colegas.



SELMA CAPARROZ

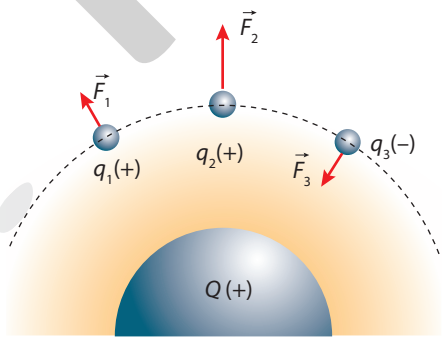
Esquema do gerador de Van de Graaff. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Caixa de ferramentas

Em um corpo eletrizado, a quantidade de elétrons (cargas negativas) é maior ou menor do que a de prótons (cargas positivas).

Corpos eletrizados com cargas elétricas de mesmo sinal se repelem. Corpos eletrizados com cargas elétricas de sinal contrário se atraem.

A força elétrica é uma força de campo, análoga à força gravitacional e à força magnética. A atuação de uma força elétrica sobre uma carga elétrica é percebida quando ela é colocada em uma região em que existe um campo elétrico.



LUIZ RUBIO

Cargas elétricas sofrem forças de atração ou de repulsão quando colocadas em uma região em que há um campo elétrico.

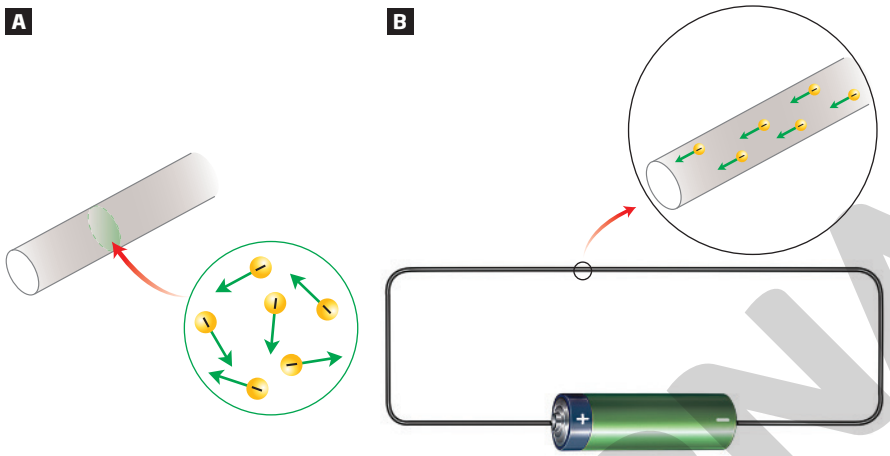
Nos fios condutores de cobre, por exemplo, existem elétrons livres. Esses elétrons estão mais afastados dos núcleos dos átomos e, por isso mesmo, são menos intensas as forças de atração dos núcleos sobre eles.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Em um condutor, os elétrons livres realizam um movimento desordenado, isto é, movimentam-se em todas as direções e em todos os sentidos. Se houver um campo elétrico nesse condutor, porém, a maioria dos elétrons livres desenvolverá movimento praticamente em apenas um sentido.

ESQUEMA DE MOVIMENTOS DOS ELÉTRONS



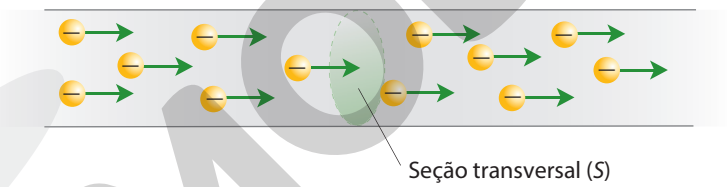
SELMA CAPARROZ

Representação do movimento desordenado dos elétrons livres de um condutor (**A**) e do movimento ordenado dos elétrons livres em um fio condutor, cujas extremidades estão ligadas aos polos de uma pilha (**B**). (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Nessa condição, dizemos que uma **corrente elétrica** percorre o condutor. **Corrente elétrica** é o nome que se dá ao fluxo ordenado de elétrons livres em um condutor que tenha um campo elétrico entre suas extremidades.

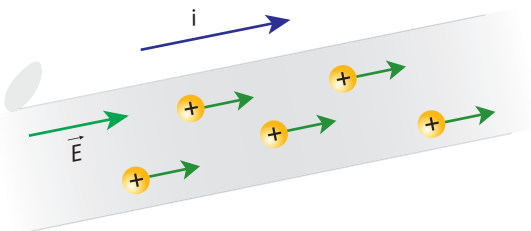
Um campo elétrico é gerado em um fio metálico condutor quando suas extremidades são ligadas, por exemplo, aos polos de uma bateria.

Para obter uma medida da corrente elétrica que percorre um fio condutor, é necessário avaliar a quantidade de carga elétrica que passa por uma seção transversal do fio em determinado intervalo de tempo.



Os elétrons atravessam uma seção transversal do fio em determinado intervalo de tempo. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

A corrente elétrica formada pelo fluxo das cargas elétricas negativas em um condutor é denominada **corrente real**. No entanto, por razões históricas, considera-se um fluxo imaginário de cargas elétricas positivas, denominado **corrente convencional** (i), que tem sentido oposto ao movimento do fluxo de cargas elétricas negativas.



Para representar o sentido da corrente elétrica, costuma-se adotar, por convenção, como representado na imagem, o sentido da corrente convencional em vez do sentido da corrente real. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

ILUSTRAÇÕES: RICARDO YORIO

Caixa de ferramentas

1 coulomb de carga elétrica equivale à soma das cargas elétricas de aproximadamente $6{,}25 \cdot 10^{18}$ elétrons.

Avaliar a intensidade de corrente elétrica em um condutor implica avaliar a quantidade de elétrons que passam por segundo em uma seção transversal do condutor. Todavia, como a carga de um elétron é um valor bastante pequeno, o que se avalia, de fato, é a quantidade de pacotes de elétrons que passam por segundo. Esses pacotes são os **coulombs,** indicados pela letra **C**.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

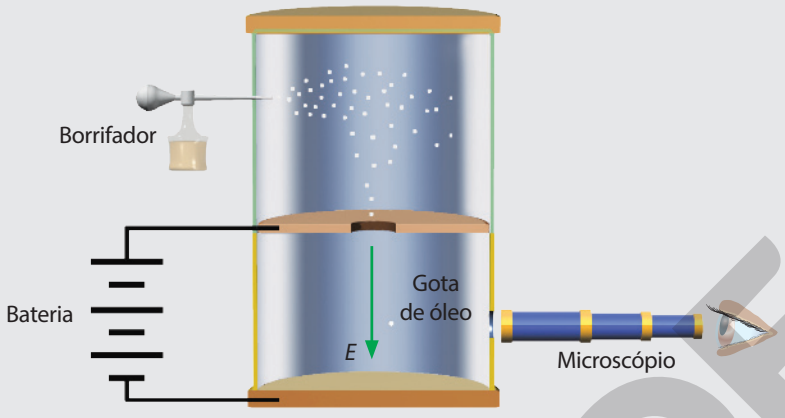
Interligações

Não escreva no livro.

A experiência de Millikan e a carga do elétron

Em 1923, o físico Robert Andrews Millikan (1868-1953) recebeu o Prêmio Nobel de Física pelo estudo sobre a teoria da carga elétrica quantizada. Millikan realizou experimentos para comprovar sua tese de que uma carga elétrica poderia ser quantizada, ou seja, toda carga elétrica seria formada "por pacotes" de valores múltiplos de um padrão elementar. Além de atingir esse objetivo, os experimentos realizados permitiram a Millikan determinar o valor da carga do elétron, esta sim, a carga elementar.

Millikan utilizou um dispositivo formado por duas placas de metal dentro de uma câmara de bolhas – câmara de nuvem –, a fim de estabelecer um campo elétrico variável no interior do dispositivo, e, em seguida, pulverizou gotículas de óleo no lugar de gotículas de água. Sob a ação das forças elétrica e gravitacional, a gota eletrizada poderia atingir o equilíbrio quando essas forças se igualavam.



RICARDO YORIO

(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Com base nesse raciocínio, Millikan determinou a carga de uma série de gotículas e percebeu que obtinha sempre múltiplos de determinado valor, menor do que o valor da carga de qualquer outra gotícula. Esse valor é a medida da carga elementar (e^-), ou seja, da carga de 1 elétron, igual a $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ coulomb:

$e^- = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C

Se essa é a carga de 1 elétron, a quantidade de elétrons de 1 C pode ser obtida por uma proporção:

$$\left.\begin{array}{l} 1\ e^- \text{ —— } 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ \text{C} \\ x\ e^- \text{ —— } 1\ \text{C} \end{array}\right\} x = 6{,}25 \cdot 10^{18}\ e^-$$

1. Em um átomo de hélio encontram-se dois elétrons ligados a um núcleo contendo dois prótons, no qual podem estar um ou dois nêutrons. Qual é o valor, em coulomb, da carga positiva de um átomo de hélio?

A unidade de medida da intensidade de corrente elétrica, no Sistema Internacional de Unidades (SI), é o **ampère**, indicada pela letra **A**.

1 ampère = 1 coulomb por segundo $\left(1\text{A} = \frac{1\ \text{C}}{1\ \text{s}}\right)$

Caixa de ferramentas

Submúltiplos do ampère são bastante utilizados em circuitos elétricos que alimentam, principalmente, equipamentos eletrônicos.
1 mA = 1 miliampère = 10^{-3} A
1 μA = 1 microampère = 10^{-6} A

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Por exemplo, quando uma corrente elétrica de 0,4 A flui por um condutor metálico, podemos calcular quantos elétrons passam por segundo por uma seção transversal do condutor, lembrando que a carga de um elétron é igual a $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C.

Como a intensidade de corrente elétrica é de 0,4 A, passam 0,4 coulombs por segundo por uma seção transversal do condutor. Se a carga elétrica de um elétron é $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C, podemos escrever a seguinte regra de três:

Número de elétrons (e^-)		Carga elétrica (C)
1	———	$1{,}6 \cdot 10^{-19}$
x	———	0,4

Logo: $x = \dfrac{0{,}4}{1{,}6 \cdot 10^{-19}} \quad \therefore \; x = 2{,}5 \cdot 10^{18}\ e^-$

Assim, passam, por segundo, $2{,}5 \cdot 10^{18}$ elétrons pela seção transversal desse condutor.

Atividades

Não escreva no livro.

1. Qual é a quantidade de elétrons que passam por segundo por uma seção transversal de um fio condutor pelo qual flui uma corrente elétrica de 250 mA? (Dado: carga do elétron = $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C.)
2. A carga elétrica envolvida em um relâmpago é bastante alta, por volta de 10 coulombs. Supondo que o relâmpago dure 0,02 segundo, qual é o valor da corrente elétrica média?
3. Para uma lâmpada comum funcionar perfeitamente, é necessária uma corrente elétrica de intensidade 1,5 A. Qual é a carga elétrica fornecida à lâmpada em 5 minutos de funcionamento?
4. Um fio metálico e cilíndrico é percorrido por uma corrente elétrica constante de 0,4 A. Considere o módulo da carga do elétron igual a $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C. Expressando a ordem de grandeza do número de elétrons de condução que atravessam uma seção transversal do fio em 60 segundos na forma 10^N, qual é o valor de N?

Interligações

Não escreva no livro.

Gaiola de Faraday

No Museu de Ciências de Boston, nos Estados Unidos, há uma enorme estrutura metálica, dentro da qual há dois geradores de Van de Graaff. Dentro dessa estrutura, há uma gaiola metálica, onde uma pessoa fica à espera das descargas elétricas que emergem da cúpula do gerador.

Esse dispositivo é conhecido como gaiola de Faraday, pois foi desenvolvido pelo cientista inglês Michael Faraday (1791-1867), quem primeiro verificou experimentalmente o poder de blindagem de uma cobertura metálica. A pessoa dentro da gaiola não leva "choque" porque a carga elétrica se distribui sobre a superfície metálica, fazendo com que o campo elétrico dentro da gaiola seja nulo.

STEVE NICHOLS/ALAMY/FOTOARENA

As descargas elétricas que saltam da cúpula do gerador atingem a gaiola menor, onde há uma pessoa, que não será afetada pelas descargas. (Gerador de Van de Graaff, Estados Unidos, 2018.)

Continua

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Continuação

O raio que ocorre em dias de tempestade é também uma descarga elétrica, semelhante à que salta do gerador de Van de Graaff. Um raio pode "carregar" cerca de 16 coulombs, isto é, uma quantidade de elétrons próxima de 1 seguido de vinte zeros.

Raios podem causar grandes estragos ao incidirem sobre árvores, torres de transmissão, transformadores etc.

LUIZ RUBIO

LIGIA DUQUE

Uma estrutura metálica forma uma espécie de armadura ao redor da edificação. Quando um raio atinge um ponto da estrutura, a carga é dividida entre os fios condutores que a conduzem ao solo. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Com base no que você acabou de ler e de estudar neste capítulo, responda:

1. Se você estiver dentro de um automóvel durante uma tempestade, viajando por uma estrada que corta uma superfície plana, e um raio incidir sobre o automóvel, qual é a melhor atitude a tomar?

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

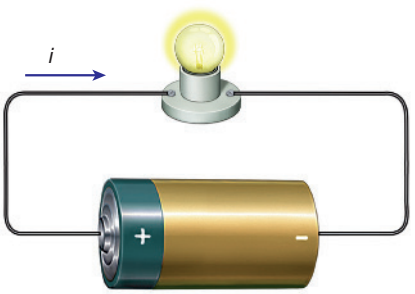
Tensão, voltagem ou diferença de potencial

Para que exista corrente elétrica, é preciso que haja um campo elétrico no interior do condutor. Esse campo elétrico é gerado quando ligamos as extremidades do condutor, por exemplo, aos polos de uma bateria, isto é, quando impomos uma **diferença de potencial (ddp)** entre os terminais do condutor.

Tensão, voltagem e diferença de potencial são termos utilizados igualmente para designar a energia por unidade de carga elétrica que pode, por exemplo, ser fornecida por uma fonte. A unidade de medida de diferença de potencial é o **volt**, indicado pela letra **V**.

A diferença de potencial de 1 volt significa o fornecimento de 1 joule de energia para cada coulomb de carga elétrica.

$$1 \text{ volt} = 1 \text{ joule por coulomb} \left(1 \text{ V} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ C}}\right)$$



SELMA CAPARROZ

Exemplo de circuito elétrico simples. O campo elétrico no condutor é gerado pela diferença de potencial entre os polos da pilha. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

No circuito simples, como o esquematizado na figura anterior, se a pilha for de 1,5 V, cada coulomb de carga elétrica que fluir pela lâmpada lhe transferirá a energia de 1,5 J, permitindo que ela funcione e ilumine o entorno.

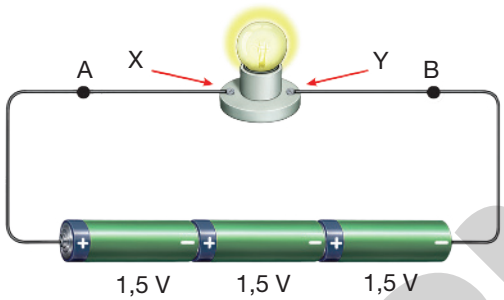
(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

ILUSTRAÇÕES: SELMA CAPARROZ

Alguns equipamentos exigem mais de uma pilha para funcionar perfeitamente. Nesses casos, as pilhas são ligadas em série, e a voltagem fornecida ao equipamento é a soma das voltagens de cada pilha. Na imagem ao lado, se a tensão de cada pilha é 1,5 V, a lâmpada está sendo alimentada por 3,0 V.

Pilhas e baterias fornecem um tipo de corrente elétrica no qual as cargas elétricas fluem pelo condutor em um sentido único. Por isso, esse tipo de corrente elétrica é chamado **corrente contínua**.

Vamos supor o caso de um pequeno circuito formado por três pilhas de 1,5 V cada uma, ligadas em série, alimentando o funcionamento de uma lâmpada, como representado na imagem abaixo.



(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Considerando que a intensidade de corrente elétrica que circula pela lâmpada seja igual a 200 mA, vamos calcular:

a) a diferença de potencial elétrico entre os terminais da lâmpada, identificados na figura pelos pontos X e Y.

Considerando um circuito ideal, isto é, desprezando perdas de energia, conclui-se que a voltagem nos terminais da lâmpada é igual à voltagem fornecida pelo conjunto de pilhas. Como há, nesse caso, três pilhas ligadas em série, a voltagem é de: $3 \cdot 1{,}5\ V = 4{,}5\ V$.

b) a intensidade da corrente que flui pelo fio no ponto A.

A corrente elétrica no fio tem intensidade única, em qualquer ponto do circuito. Assim, a intensidade de corrente no ponto A, no ponto B e também na lâmpada é igual a 200 mA.

c) o sentido da corrente convencional nesse circuito.

O sentido da corrente convencional é determinado pelo fluxo imaginário de cargas positivas, que, em princípio, seriam atraídas para o polo negativo do conjunto de pilhas. Dessa forma, o sentido da corrente é de B para A.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Atividade

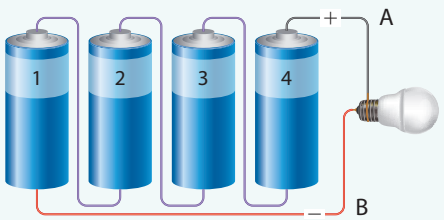
Não escreva no livro.

1 Quatro pilhas grandes de 1,5 V cada uma são utilizadas na alimentação de uma lanterna. A corrente elétrica que percorre a lâmpada da lanterna tem intensidade 0,4 A.

a) A corrente elétrica que percorre a lâmpada flui de A para B ou de B para A?

b) Qual é a energia fornecida por segundo pelas pilhas a cada coulomb de carga?

c) Qual é a carga elétrica, em coulomb, que flui pela lâmpada a cada segundo?



Esquema do circuito de ligação da lâmpada a 4 pilhas em série. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

ERICSON GUILHERME LUCIANO

Não escreva no livro.

Pilha feita de limão

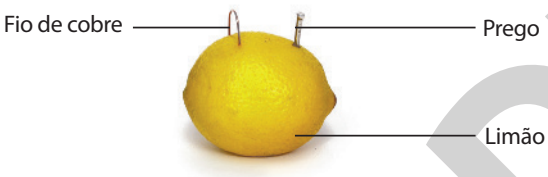
Você sabia que o limão pode se transformar em uma pilha e fazer um relógio digital ou uma calculadora funcionar? Para tornar isso possível, você vai precisar de alguns materiais.

Materiais

- Dois limões grandes com a maior quantidade de sumo possível e os mais ácidos que você encontrar.
- Três pedaços de fio flexível de, aproximadamente, 15 cm cada um; podem ser aqueles de ligação de telefone.
- Dois pedaços de fio de cobre, do tipo cabinho, normalmente utilizados em fiação de residências. Podem ser adquiridos em casas de materiais elétricos.
- Dois pregos galvanizados ou clipes de metal para papel.
- Um relógio digital descartável, de baixo custo, ou uma calculadora comum.

Procedimento

1. Amasse levemente os dois limões para facilitar o contato dos condutores com o sumo.
2. Conecte, em cada limão, um dos pedaços de fio de cobre e um prego ou clipe, distantes cerca de 2 cm um do outro. O fio de cobre pode ser colocado em forma de arco para facilitar as conexões, conforme a imagem a seguir.



3. Conecte um pedaço de fio flexível a um dos polos do relógio digital, ou da calculadora, onde a pilha é colocada. Conecte a outra extremidade desse fio ao fio de cobre inserido em um dos limões. Nesse mesmo limão, ligue um pedaço de fio flexível ao prego ou ao clipe de papel. Agora, ligue a outra extremidade do fio flexível ao fio de cobre do segundo limão.
4. Ligue outro pedaço de fio flexível ao prego/clipe do segundo limão. Conecte a outra extremidade desse fio ao outro polo do relógio digital, conforme a imagem a seguir.

FOTOS: RICARDO SIWIEC

Atenção

Os limões podem ser descartados no lixo comum.

Questões

1. Explique como surge a corrente que alimenta o relógio.
2. O prego/clipe corresponde ao polo positivo ou ao negativo?

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Não escreva no livro.

Física e medicina

Um tipo de exame médico bastante conhecido baseia-se no registro da diferença de potencial elétrico entre dois pontos de nosso corpo. Trata-se do eletrocardiograma (ECG).

O coração apresenta atividade elétrica devido à diferença entre a quantidade de íons de sódio dentro e fora das células do miocárdio. Para o exame, eletrodos sensíveis são colocados em partes estratégicas do corpo e ligados a um galvanômetro, que é um aparelho capaz de registrar a diferença de potencial elétrico.

O registro das diferenças de potencial elétrico é feito em um papel quadriculado. Observando os padrões apresentados e comparando-os com os esperados, os médicos conseguem avaliar se o coração do paciente está ou não em condições perfeitas.

Por ser um exame não invasivo, o ECG pode ser realizado por qualquer pessoa e é bastante recomendado para pacientes com histórico de problemas cardiorrespiratórios. No entanto, o ECG é um exame inicial, não é definitivo para identificar anomalias como uma arritmia cardíaca (alteração no ritmo dos batimentos do coração), que pode ser taquicardia ou bradicardia (aceleração ou lentidão dos batimentos). Ele aponta situações que exigem a realização de outros exames para serem ou não confirmadas.

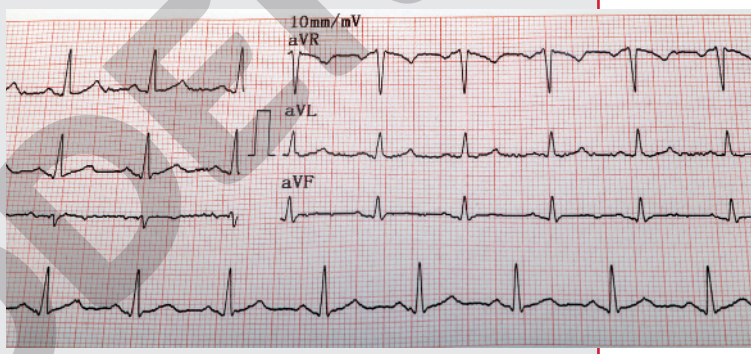
1. Você sabe qual é a sua frequência cardíaca de repouso? Se não souber, é possível descobri-la com o uso de um cronômetro e colocando a mão em um local do corpo sensível às palpitações do coração.

2. Você conhece outros exames médicos não invasivos além do ECG? Quais?

SERGEI BOBYLEV/TASS/ GETTY IMAGES

Enfermeira realiza eletrocardiograma em paciente (2017).

AYKUT ERDOGDU/SHUTTERSTOCK



Impresso dos registros obtidos durante um ECG.

Potência elétrica

Conhecer as grandezas elétricas e identificar suas unidades de medida é importante para compreender tanto o funcionamento de aparelhos elétricos quanto a instalação elétrica de nossas casas.

BERGAMONT/SHUTTERSTOCK

S1001/SHUTTERSTOCK

TII MORE/SHUTTERSTOCK

PERLA BERANT WILDER/SHUTTERSTOCK

Equipamentos elétricos são fabricados para funcionar com determinado valor de voltagem e consumir certa quantidade de energia elétrica. Um equipamento conectado à rede elétrica de voltagem diferente da especificada pelo fabricante pode ser danificado.

A fonte que alimenta o circuito elétrico fornece a diferença de potencial, a voltagem. Essa voltagem é responsável pela geração do campo elétrico no condutor e pela corrente elétrica que flui pelo equipamento. Para que funcionem normalmente, os equipamentos elétricos devem ser conectados a fontes de tensão iguais às especificadas pelo fabricante. Um equipamento projetado para funcionar em 110 V pode vir a "queimar" caso seja ligado a uma fonte de 220 V.

Um equipamento elétrico funcionando normalmente consome determinada quantidade de energia elétrica por segundo. Essa quantidade de energia consumida por unidade de tempo é sua **potência**, ou seja, os **watts** do equipamento, indicada pela letra **W**.

$$\text{Potência de 1 watt} = \frac{\text{1 joule de energia}}{\text{1 segundo}} \text{ ou } 1\ W = 1\ J/s$$

Por exemplo, uma lâmpada de especificação 120 V/40 W consumirá 40 joules de energia por segundo quando ligada à rede de 120 V. Qual será a intensidade da corrente elétrica que percorrerá essa lâmpada? Vamos calcular.

Sabemos, nesse caso, que:

120 V = 120 joules a cada coulomb de carga;

40 W = 40 joules de energia consumida por segundo.

Queremos saber a corrente em ampères, isto é, queremos responder a esta questão: quantos coulombs fluem pela lâmpada a cada segundo?

Como a lâmpada consome 40 J a cada segundo (40 W), o tempo necessário para consumir 120 joules será:

40 J —— 1 s

120 J —— x s

Logo: $x = 3{,}0$ s

Como a lâmpada recebeu 120 joules de energia, sabemos que passou por ela 1 C de carga elétrica (120 V), assim a quantidade de carga que passa pela lâmpada a cada segundo será:

1 C —— 3,0 s

y C —— 1,0 s

Logo: $y \simeq 0{,}33$ C/s

Portanto, a corrente que fluirá pela lâmpada terá intensidade de, aproximadamente, 0,33 coulomb por segundo, ou 0,33 ampère ($i = 0{,}33$ A).

De modo geral, dada a corrente elétrica i que passa em determinado elemento do circuito e a ddp U à qual esse elemento está submetido, a potência desse elemento pode ser obtida por meio da expressão:

$$P = U \cdot i$$

Funcionando em condições normais, por exemplo, um liquidificador consumirá 600 W a cada segundo quando ligado a uma ddp de 110 V, e será percorrido por uma corrente elétrica de intensidade i, dada por:

$$P = U \cdot i \Rightarrow 600 = 110 \cdot i \Rightarrow i = \frac{600}{110} \quad \therefore i \simeq 5{,}45\ A$$

Suponha o exemplo de um ventilador residencial que funcione com energia elétrica (127 V, 200 W) e que a transforma em energia mecânica. Nesse processo, o rendimento não é de 100%, ou seja, uma parte da energia elétrica é dissipada na forma de calor, aquecendo o aparelho.

Caixa de ferramentas

A luminosidade, ou o fluxo luminoso, existente em um ambiente é uma grandeza medida em "lúmem" (lm); e a potência elétrica, medida em watts, é a energia consumida por unidade de tempo. A avaliação correta do fluxo luminoso de um ambiente envolve valores de lumens e de watts das lâmpadas instaladas.

DESIGN56/SHUTTERSTOCK

Liquidificador: 110V – 600 W

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

SHOWCAKE/SHUTTERSTOCK

Ventilador: 127 V – 200 W

Considerando que o ventilador anunciado tenha rendimento de 75% e que a voltagem fornecida seja igual à nominal do aparelho, vamos calcular:

a) a energia elétrica que realmente o ventilador utiliza por segundo para movimentar suas pás.

Se o rendimento é de 75%, é essa a porcentagem que o ventilador utiliza para realizar o trabalho devido, ou seja, virar suas pás; 75% de 200 W são 150 W. Então, a energia elétrica por segundo consumida para girar as pás do ventilador é de 150 joules.

b) a intensidade de corrente elétrica que circula pelo ventilador.

O ventilador, ligado à fonte de 127 V, produzirá a potência de 200 W, independentemente de seu rendimento. De fato, 50 W serão dissipados na forma de calor, mas a corrente que o alimenta será resultado de:

$P = U \cdot i \Rightarrow 200 = 127 \cdot i \ \therefore \ i \simeq 1{,}6$ A

Caixa de ferramentas

A unidade de medida hp (*horse-power*) é de origem inglesa e bastante adotada para indicar a potência de motores industriais.
1 hp ≃ 735 W

Atividades

Não escreva no livro.

1 Qual é a intensidade de corrente elétrica que percorrerá um secador de cabelos de 600 W ligado à rede de 120 V?

2 O motor de uma máquina de lavar roupas tem potência $\frac{1}{3}$ hp e funciona ligado à rede residencial de 220 V. Quando em funcionamento, qual é a intensidade da corrente elétrica que percorre o motor?

NINAM/SHUTTERSTOCK

3 As antigas lâmpadas incandescentes têm sido substituídas por modelos mais atuais, fluorescentes ou tipo LED. Observe uma tabela de correspondência entre potências de lâmpadas apresentada abaixo.

Lâmpada LED	Lâmpada fluorescente	Lâmpada incandescente
1 W	3 W	15 W
3 W	7 W	35 W
5 W	11 W	50 W
7 W	15 W	70 W
9 W	19 W	90 W
12 W	25 W	120 W
16 W	31 W	150 W
18 W	36 W	180 W

LED: ROMAN SAMOKHIN/SHUTTERSTOCK;
FLUORESCENTE: PICSFIVE/SHUTTERSTOCK;
INCANDESCENTE: SOMCHAI SOM/SHUTTERSTOCK

Fonte dos dados: Disponível em: <https://iei-brasil.org/2019/10/30/lampadas-medidas/>. Acesso em: 17 abr. 2020.

Selecione na tabela três potências de lâmpadas incandescentes. Considerando que as lâmpadas com potências selecionadas seriam ligadas à rede de 120 V, calcule a intensidade de corrente elétrica que percorreria a incandescente, a fluorescente e a LED em cada potência.

4 Um modelo de secador de cabelos é bivolt, ou seja, pode ser ligado às redes de 110 V ou 220 V sem que seu funcionamento seja comprometido de alguma maneira.

Calcule a diferença entre as intensidades de corrente quando do funcionamento do secador em 220 V e em 110 V.

FEELLFREE/SHUTTERSTOCK

Secador: bivolt – 1.200 W

MODERNA

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Não escreva no livro.

Aparelhos que funcionam em 110 V, 220 V ou bivolt? Qual tipo consome mais energia elétrica?

Nem todos os equipamentos elétricos são bivolts e funcionam da mesma forma se ligados à rede elétrica, variando entre 110 V e 220 V. O consumidor precisa ficar atento à voltagem do equipamento no momento da compra, ao ser ligado na tomada da residência, especialmente quando há tomadas de 110 V e 220 V.

Quando são disponíveis tomadas de 110 V e 220 V, é comum que aparelhos elétricos de potências mais elevadas, como micro-ondas, fornos elétricos ou ferros de passar roupas, sejam colocados em tomadas de 220 V, pois a intensidade de corrente que irá passar por eles é menor do que seria para aparelhos que funcionam em 110 V.

Há equipamentos bivolts que possuem um pequeno botão seletor da voltagem, que precisa ser observado antes de o equipamento ser ligado à fonte de alimentação.

DIRCEU PORTUGAL/FOTOARENA

Botão seletor de voltagem em equipamento bivolt.

ANDRI SETO BASKORO/SHUTTERSTOCK

Carregador de celular com conversor de ajuste da corrente elétrica.

Boa parte dos equipamentos mais modernos, especialmente os eletrônicos, como carregadores de celular, são dotados de conversores que ajustam de forma automática a corrente de acordo com a tensão de entrada.

Em resumo, para cada voltagem, existirá uma corrente elétrica a percorrer o equipamento para permitir que seu funcionamento esteja de acordo com sua potência nominal.

1. Há alimentação de eletricidade bivolt em sua cidade?

2. Pesquise a respeito dos equipamentos de sua residência:

a) Quais são os de maior potência? Qual é o mais potente?

b) Todos são ligados à rede em 220 V? Quais são bivolt?

c) Qual equipamento é o maior responsável pelo custo da energia elétrica mensal?

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

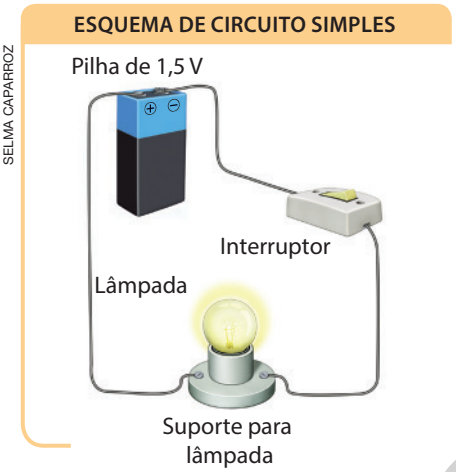
MODERNA

Voltagem, corrente e resistência elétrica

SHIYAN SERGIY/SHUTTERSTOCK

O voltímetro é um aparelho utilizado para medir a diferença de potencial entre dois pontos de um circuito.

Observe o circuito representado na imagem abaixo, com uma pilha de 1,5 V e uma pequena lâmpada.



SELMA CAPARROZ

Exemplo de circuito simples com pilha, interruptor e lâmpada. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Ligando o interruptor, estabelece-se uma tensão de 1,5 V entre os terminais da lâmpada e, então, uma corrente elétrica percorre o circuito.

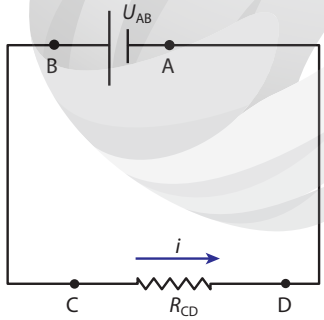
Ao fluírem pelo fio, as cargas elétricas sofrem certa resistência, uma vez que efetuam uma série de choques com as partículas – átomos – do condutor. Ao fluírem pela lâmpada, essa resistência aumenta ainda mais, sendo até possível considerar esta como a única resistência do circuito, pois é bem maior do que a oferecida pelo condutor.

Para caracterizar a oposição oferecida pelo circuito à passagem da corrente elétrica (i), quando submetido a uma voltagem ou diferença de potencial (U), define-se a grandeza **resistência elétrica** (R):

$$R = \frac{U}{i}$$

A unidade de medida da resistência elétrica é, no Sistema Internacional de Unidades, derivada da divisão entre volt (V) e ampère (A). Essa unidade recebe o nome de **ohm** e é indicada pela letra grega ômega maiúscula (Ω).

A relação $R = \frac{U}{i}$, ou, de outra forma, $U = R \cdot i$, é aplicada a qualquer condutor, mas apenas alguns condutores, chamados **ôhmicos**, mantêm constante o valor de sua resistência elétrica. Nos demais, o valor da resistência R depende da tensão U imposta a seus terminais.



RICARDO YORIO

A figura ao lado mostra como são representados alguns elementos elétricos em um circuito. A fonte de alimentação U_{AB} é representada usando dois traços; o maior indica o polo positivo e o menor, o polo negativo. Um elemento qualquer que ofereça resistência à passagem da corrente elétrica, como R_{CD}, é representado por uma linha contínua, fazendo uma espécie de zigue-zague.

Considere que no circuito da imagem ao lado a fonte de alimentação seja de 20 V e que o resistor R_1 tenha resistência elétrica de 100 Ω. Para calcular a intensidade da corrente elétrica que percorre o circuito, fazemos:

$$R = \frac{U_{AB}}{i} \Rightarrow 100 = \frac{20}{i} \quad \therefore i = 0{,}2 \text{ A}$$

Em outra situação, se um condutor ôhmico estiver sujeito à tensão de 24 V e passar a ser percorrido por uma corrente elétrica de intensidade 0,5 A, é porque possui 48 Ω de resistência elétrica, assim calculada:

$$R = \frac{U}{i} \Rightarrow R = \frac{24}{0{,}5} \quad \therefore R = 48 \ \Omega$$

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Interligações

Não escreva no livro.

Será verdade que um raio não cai duas vezes no mesmo lugar?

Os raios são descargas elétricas geradas pela diferença de potencial entre dois pontos ou duas regiões. Nessa condição, quando uma das regiões está mais carregada eletricamente do que a outra, determinada quantidade de carga elétrica salta entre elas, tornando nula a carga elétrica das duas regiões, ou seja, atingindo o equilíbrio elétrico.

Essa descarga ocorre com mais frequência da nuvem para o solo, mas também ocorre entre nuvens ou, ainda, do solo para a nuvem, dependendo da quantidade e das características das cargas das regiões envolvidas.

Você provavelmente já ouviu a expressão "um raio não cai duas vezes no mesmo lugar". Ela significa que determinado fato dificilmente volta a se repetir do mesmo modo como ocorreu. Por exemplo, sabemos que ganhar na loteria duas vezes é quase impossível, pois ganhar uma única vez já é altamente improvável.

ERNESTO REGHRAN/PULSAR IMAGENS

Descarga elétrica de grande intensidade na atmosfera. (Londrina, PR, 2017.)

1. Pergunte a colegas e familiares se eles já conheciam essa hipótese sobre os raios e se eles já estiveram próximos à queda de um deles. Indague onde aconteceu. Anote as respostas para posterior comparação.
2. Pesquise sobre acidentes envolvendo queda de raios. Que características semelhantes têm esses eventos?
3. Os para-raios são equipamentos muito comuns em grandes cidades. Pesquise sobre seu funcionamento. O que acontece com a descarga elétrica que atinge um para-raios?
4. Analisando as respostas das questões anteriores, é possível afirmar que um raio pode cair duas vezes no mesmo lugar?

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

Ainda com relação ao texto anterior sobre tempestades, que tal divulgar sua pesquisa?

1. Dividam-se em grupos e elaborem um roteiro para a produção de um vídeo com cerca de 10 minutos, no formato de uma reportagem. Abordem, nessa reportagem, os pontos mais importantes da pesquisa.
   Vocês podem, por exemplo, entrevistar pessoas ou usar um colega para fazer o papel do cientista que vai explicar, sob o ponto de vista da Física, as conclusões do grupo sobre o tema. A filmagem pode ser feita com um telefone celular ou uma câmera digital.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

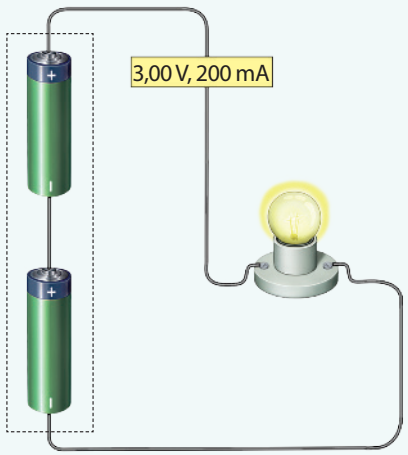
MODERNA

Atividades

Não escreva no livro.

1 No circuito representado na figura abaixo, qual é o sentido da corrente elétrica convencional, horário ou anti-horário?

SELMA CAPARROZ



(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

2 Uma lâmpada de resistência elétrica 60 Ω foi fabricada para funcionar alimentada por uma diferença de potencial de 24 V.

a) Qual é o valor da corrente elétrica que deve circular por essa lâmpada?

b) Qual será a intensidade de corrente elétrica que percorrerá essa lâmpada se ela for alimentada por uma diferença de potencial de 18 V?

3 A tabela a seguir apresenta os danos que choques elétricos podem causar aos seres humanos.

	Corrente elétrica	Dano biológico
I	Até 10 mA	Dor e contração muscular
II	De 10 mA até 20 mA	Aumento das contrações musculares
III	De 20 mA até 100 mA	Parada respiratória
IV	De 100 mA até 3 A	Fibrilação ventricular, que pode ser fatal
V	Acima de 3 A	Parada cardíaca e queimaduras graves

Fonte: DURAN, J. E. R. *Biofísica* – Fundamentos e aplicações. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003. p. 178.

Em qual das faixas descritas na tabela enquadra-se o caso de uma pessoa que leva um choque elétrico em uma rede de 220 V, considerando que sua resistência é da ordem de 10^5 Ω quando sua pele está seca?

4 Determinada fonte de tensão apresenta potencial de 10^4 volts em relação ao solo. Uma pessoa que se aproximar demais dessa fonte poderá estimular uma descarga elétrica, que saltará pelo ar e percorrerá seu corpo em direção ao solo, ou seja, ela tomará um choque elétrico. Supondo que a corrente elétrica de intensidade 300 mA pode ser fatal nessas situações e que a resistência à passagem da corrente apresentada pelo corpo da pessoa que está com a pele molhada seja igual a $2 \cdot 10^3$ Ω, calcule o valor mínimo da resistência do ar para que o choque elétrico, nas condições descritas, não seja fatal.

Circuitos em paralelo e circuitos em série

Quando queima a lâmpada de um poste, as lâmpadas dos demais postes continuam iluminando a via pública. Os circuitos elétricos residenciais e os circuitos de iluminação pública são dois exemplos em que a retirada de um elemento não interfere no funcionamento dos demais. Nesses casos, os circuitos são denominados **circuitos com ligações em paralelo**.

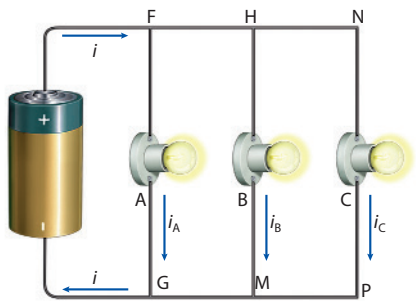
Em um circuito com ligações em paralelo, ou simplesmente circuito em paralelo, uma fonte de tensão alimenta todos os elementos com o mesmo valor de diferença de potencial. As correntes elétricas podem variar de um a outro elemento, dependendo dos valores de suas potências, mas a soma de todas elas coincide com a corrente total fornecida pela fonte.

Caixa de ferramentas

A corrente elétrica que abastece os equipamentos residenciais é **alternada**, isto é, o sentido da corrente é alternado várias vezes por segundo. De fato, a eletricidade gerada nas usinas que é transmitida às residências é sempre alternada.

ESQUEMA DE CIRCUITO LIGADO EM PARALELO

SELMA CAPARROZ



$U_{FG} = U_{HM} = U_{NP}$

$i_A + i_B + i_c = i$

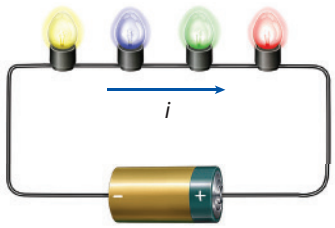
Três lâmpadas de resistência elétrica diferentes associadas em paralelo. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

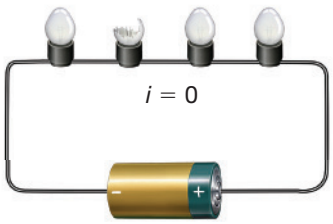
Em uma residência, a alimentação elétrica normalmente não é feita por fonte de corrente contínua como uma pilha ou uma bateria, mas por fonte de **corrente alternada**. Todavia, a análise que podemos fazer acerca da corrente do circuito é semelhante à que realizamos para circuitos de corrente contínua. Todas as vezes que ligamos um aparelho elétrico – lâmpada, chuveiro, rádio, televisão, liquidificador etc. –, a corrente do circuito, ou corrente total, aumenta de acordo com os dados nominais do equipamento colocado em funcionamento.

Em um **circuito ligado em série**, ou simplesmente circuito em série, a falha no funcionamento de um elemento do circuito implica o não funcionamento de todos os demais, pois impede o fluxo da corrente elétrica que passa no circuito.

ESQUEMA DE CIRCUITOS LIGADOS EM SÉRIE



Com a diferença de potencial gerada pela pilha, uma corrente elétrica se estabelece no circuito e todas as lâmpadas acendem. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)



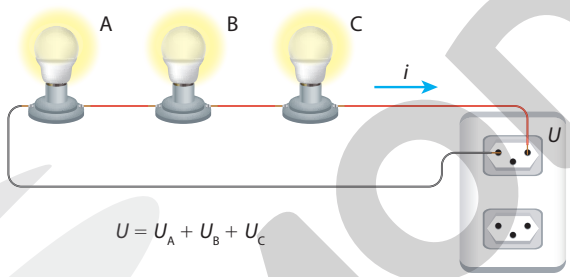
Quando uma das lâmpadas deixa de funcionar, a corrente elétrica cessa e todas as lâmpadas se apagam. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

ILUSTRAÇÕES: SELMA CAPARROZ

RITA BARRETO

Dados elétricos do aparelho. AC: corrente alternada; 50/60 Hz: a corrente alterna o sentido entre 50 e 60 vezes por segundo.

Em uma situação ideal, em que a energia gerada pela fonte é totalmente transferida para as lâmpadas de um circuito em série, a soma das "quedas" de voltagem em cada elemento corresponde à diferença de potencial total fornecida pela fonte.



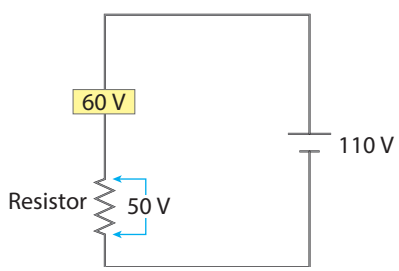
$U = U_A + U_B + U_C$

(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

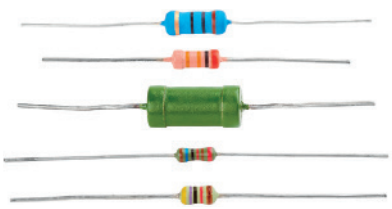
Uma vez que circuitos em série não são adotados em instalações elétricas residenciais, cabe a pergunta: onde são utilizados?

Algumas vezes é necessário "diminuir" a tensão elétrica fornecida para que determinado elemento colocado no circuito possa funcionar corretamente. Por exemplo, como fazer para que um equipamento fabricado para funcionar a 60 V possa ser ligado à rede de 110 V?

Uma possibilidade, nesse caso, é instalar em série no circuito um elemento capaz de fazer com que a tensão, devido ao seu funcionamento, "diminua" 50 V. Com isso, a diferença de potencial (110 V − 50 V = 60 V) permitirá o funcionamento correto do equipamento. Esse elemento que causa a "queda" da voltagem no circuito é chamado **resistor**.



ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO



SERGIY KUZMIN/SHUTTERSTOCK

Há diversos tipos de resistores com resistências diferentes.

Caixa de ferramentas

Resistores podem ser adquiridos no comércio de produtos elétricos com base no valor de sua resistência elétrica.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

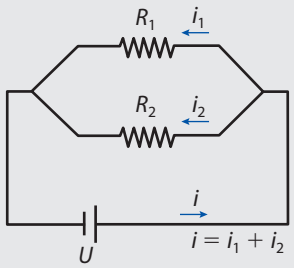
MODERNA

Não escreva no livro.

Cuidado com o curto-circuito?

Numa interpretação livre, curto-circuito significa o caminho mais curto que a corrente elétrica pode realizar em um circuito; nesse caso, por "mais curto" devemos entender "com a menor resistência elétrica". Assim, ocorre um curto-circuito quando a corrente elétrica encontra um caminho praticamente sem resistência elétrica.

Para entender o que ocorre em um curto-circuito, imagine uma fonte alimentando dois resistores ligados em paralelo, como na figura abaixo. Se os resistores forem iguais, as correntes i_1 e i_2 também serão iguais.



RICARDO YORIO

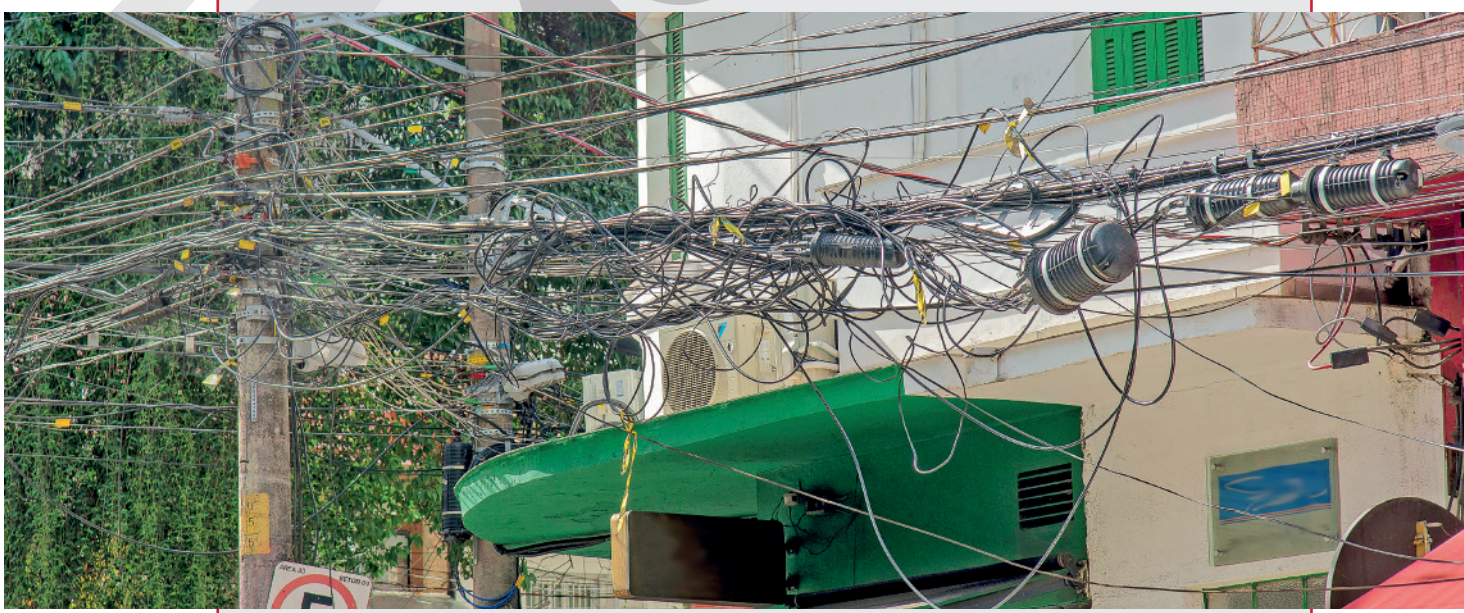
Imagine agora que o resistor R_1 possa ter seu valor em ohms diminuído drasticamente. Se isso ocorrer, a corrente que passa por ele aumentará bastante, uma vez que a diferença de potencial no circuito não se alterará. Como $U = R \cdot i$, sendo U constante, se a resistência R diminuir, a corrente elétrica i aumenta.

Em caso extremo, se a resistência R_1 for tão pequena a ponto de ser considerada igual à resistência do fio elétrico que faz as ligações no circuito, a corrente elétrica que percorre esse resistor terá um valor muito alto, anulando a corrente que passa no resistor R_2. Logo, podemos dizer que está ocorrendo um **curto-circuito**.

O perigo de um curto-circuito está no fato de que, nessa condição, uma grande quantidade de energia é liberada quase instantaneamente, provocando, muitas vezes, o superaquecimento dos fios e, consequentemente, o risco de um incêndio.

1. Em circuitos elétricos residenciais, encontramos fios de diversas bitolas, alguns mais "finos" e outros mais "grossos". O que, em sua opinião, é importante considerar na determinação da bitola do fio que será adotado em um ou outro trecho do circuito?

DELFIM MARTINS/PULSAR IMAGENS



Ligações externas com excesso de fios desordenados são fonte constante de curtos-circuitos. (São Paulo, SP, 2020.)

MODERNA

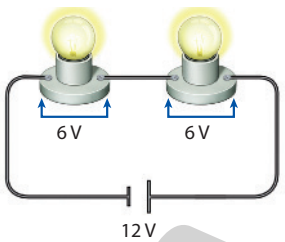
Vamos considerar, por exemplo, o caso de uma lâmpada 12 V – 24 W que funciona normalmente quando alimentada por uma bateria e calcular a intensidade da corrente elétrica que percorre a lâmpada e o valor de sua resistência elétrica.

Lembrando que $P = U \cdot i$, fazemos:

$24 = 12 \cdot i \ \therefore \ i = 2$ A

Com os valores de tensão e corrente obtidos, podemos calcular a resistência elétrica da lâmpada fazendo:

$U = R \cdot i \Rightarrow 12 = R \cdot 2 \Rightarrow R = \frac{12}{2} \ \therefore R = 6\ \Omega$



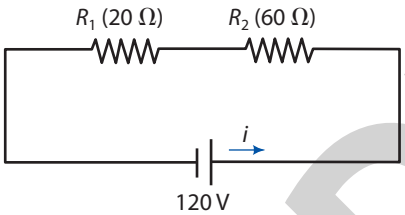
SELMA CAPARROZ

Ainda nesse exemplo, se colocarmos nesse circuito outra lâmpada, igual à primeira, e em série com esta, a intensidade de corrente que percorrerá a primeira lâmpada não será igual à anterior, uma vez que haverá uma "queda" de tensão igual a $\frac{U}{2}$ em cada lâmpada.

Nessa nova disposição, com as lâmpadas em série, a potência dissipada em cada lâmpada será de 6 W, pois:

$P = U \cdot i \Rightarrow P = 6 \cdot 1 \ \therefore P = 6$ W

Observe agora a imagem que representa um circuito com dois resistores, R_1 e R_2, ligados em série, de resistências elétricas, respectivamente, 20 Ω e 60 Ω, alimentados por uma fonte de ddp igual a 120 V. Vamos obter o valor de duas grandezas importantes associadas a esse circuito: a intensidade da corrente elétrica que percorre cada resistor e a ddp entre os terminais de cada resistor.



A corrente elétrica é a mesma em todo o circuito. A soma das "quedas" de tensão nos resistores resulta na diferença de potencial da fonte. Então:

$U_1 + U_2 = 120 \Rightarrow R_1 \cdot i + R_2 \cdot i = 120 \Rightarrow$

$\Rightarrow i \cdot (R_1 + R_2) = 120 \Rightarrow i \cdot 80 = 120 \ \therefore i = 1{,}5$ A

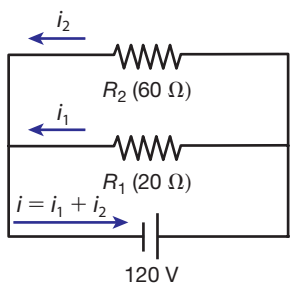
Assim, a diferença de potencial (ddp) entre os terminais resistor R_1 é:

$U_1 = R_1 \cdot i \Rightarrow U_1 = 20 \cdot 1{,}5 \ \therefore U_1 = 30$ V

A ddp entre os terminais do resistor R_2 é:

$U_2 = R_2 \cdot i \Rightarrow U_2 = 60 \cdot 1{,}5 \ \therefore U_2 = 90$ V

Se os mesmos resistores do circuito anterior estivessem ligados em paralelo, e não em série como foi analisado, eles estariam sob a mesma voltagem, 120 V, mas percorridos por diferentes intensidades de corrente, como mostram os cálculos.



$i_1 \cdot R_1 = U_1 \Rightarrow i_1 \cdot 20 = 120 \ \therefore i_1 = 6$ A

$i_2 \cdot R_2 = U_2 \Rightarrow i_2 \cdot 60 = 120 \ \therefore i_2 = 2$ A

A corrente total que sai da fonte é a soma das correntes em cada elemento. Logo:

$i = i_1 + i_2 = 6$ A $+ 2$ A $= 8$ A

ILUSTRAÇÕES: RICARDO YORIO

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

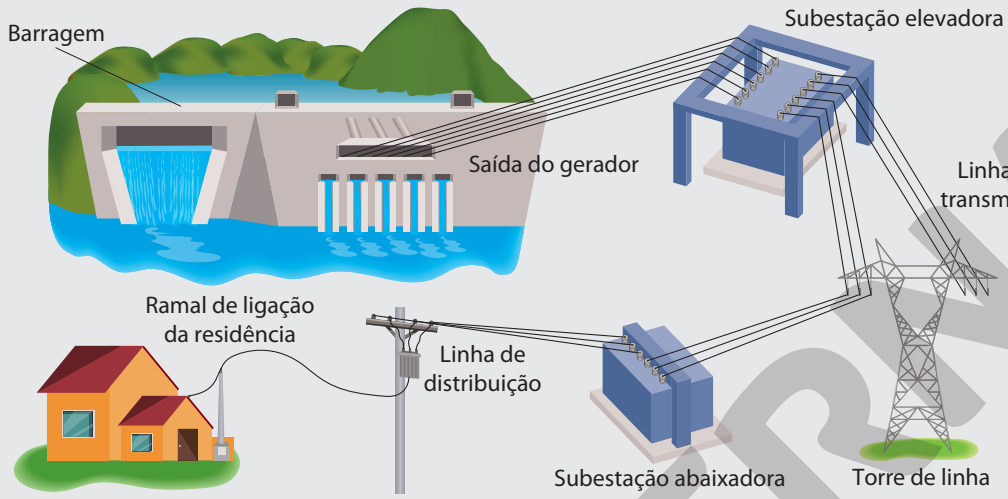
MODERNA

Não escreva no livro.

A rede elétrica residencial – fases e disjuntores

Da usina geradora até sua residência, a energia elétrica percorre longo caminho. Primeiro, ela passa por locais que elevam a tensão, depois a corrente elétrica é conduzida pelas linhas de transmissão até estações que rebaixam a voltagem. Só depois os fios chegam aos postes na entrada das residências.

ERICSON GUILHERME LUCIANO



(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Dependendo da região, a alimentação residencial de eletricidade é realizada por uma única faixa de tensão, só 127 V ou só 220 V, ou por duas faixas, 127 V/220 V. O número de fios que ligam o circuito residencial à rede elétrica depende desse fator.

Em condições normais, numa instalação elétrica residencial existem três fios: o fio fase (127 V ou 220 V), um fio neutro (0 V) e um fio terra (para proteção). É no projeto da distribuição interna, das **fases**, que o papel dos eletricistas se destaca, observando a não sobrecarga de potência em uma única fase e calculando a **amperagem** dos disjuntores.

EKIPAJ/SHUTTERSTOCK

AAPSKY/SHUTTERSTOCK

Modelo de disjuntor de 20 A e de caixa de entrada residencial.

RITA BARRETO

Mais adiante, estudaremos o interior de um disjuntor. Por ora, é importante saber que a função do disjuntor é a de proteção da instalação elétrica. Por um disjuntor de 20 A, por exemplo, protegendo uma fase, passa a corrente elétrica que vai alimentar todas as tomadas e os equipamentos ligados a essa fase. Se, por algum motivo, a corrente elétrica dessa fase superar os 20 A, o disjuntor "desarma", abrindo o circuito e impedindo que algum dano seja causado aos equipamentos.

Observe a imagem da caixa de disjuntores, que é responsável pela entrada de energia elétrica de sua residência. No entanto, não toque nos fios, pois um choque elétrico é sempre muito perigoso.

1. Observando a existência dos disjuntores na caixa apresentada na imagem anterior ou na sua residência, é possível identificar o disjuntor associado a cada fase?

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

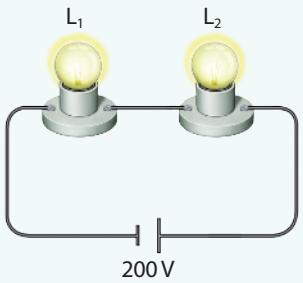
Atividades

Não escreva no livro.

1 Uma lâmpada dissipa 6 W quando ligada a uma bateria de 6 V. Qual será a potência dissipada por quatro lâmpadas idênticas a essa quando ligadas em série a uma bateria de:

a) 6 V? **b)** 12 V? **c)** 24 V?

2 Observe a representação de um circuito com duas lâmpadas, L_1 e L_2, com filamentos de resistências elétricas R_1 e R_2 iguais, respectivamente, a 40 Ω e 60 Ω, alimentadas por uma fonte de tensão de 200 V.



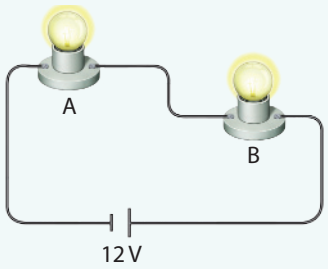
Sabendo que por L_1 circula uma corrente elétrica de intensidade 2 A, calcule:

a) a intensidade de corrente elétrica que circula por L_2;

b) a potência dissipada por L_2;

c) a diferença de potencial entre os terminais de L_1.

3 No circuito esquematizado na figura, A e B representam duas lâmpadas incandescentes comuns, ligadas em série a uma fonte de tensão constante e igual a 12 V.



Sabendo que a potência dissipada em A é igual a 6 W e a potência dissipada em B é 12 W, calcule:

a) a potência total dissipada nesse circuito;

b) a intensidade de corrente elétrica que circula pelas lâmpadas;

c) a diferença de potencial entre os terminais de cada lâmpada;

d) a resistência elétrica do filamento de cada lâmpada.

4 Duas lâmpadas iguais, de 60 W – 120 V cada uma, são ligadas em paralelo à rede de 120 V.
Qual é a intensidade de corrente elétrica em cada lâmpada?

5 Na sala de uma residência estão instaladas lâmpadas com as seguintes especificações:
Lâmpada 1: 220 V – 60 W
Lâmpada 2: 220 V – 40 W
Lâmpada 3: 220 V – 65 W
Quando todas, e apenas elas, estão ligadas à rede de 220 V fornecida pela companhia de eletricidade, qual é a corrente de "entrada" da residência?

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

ILUSTRAÇÕES: SELMA CAPARROZ

MODERNA

Fique por dentro

Internet

Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel)
<https://www.aneel.gov.br/>

No endereço eletrônico, é possível encontrar diversas informações relacionadas ao setor elétrico brasileiro.

Simulador PHET
<https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt.html>

No endereço eletrônico, é possível encontrar um simulador que permite a criação de circuitos simples, além de mostrar o funcionamento de componentes eletrônicos e o comportamento dos elétrons.

Hospitais Universitários Federais (EBSERH)
<http://www.hu.ufsc.br/pops/pop-externo/download?id=309>

O endereço eletrônico mostra documento apresentando o tratamento da bradiarritmia com a utilização de um marca-passo que utiliza uma bateria interna para gerar pulsos elétricos.

Sociedade Beneficente Israelita Brasileira
<https://www.einstein.br/pesquisa/ultimas-noticias/tratamento-cirurgico-para-doenca-de-parkinson-esta-disponivel-no-brasil>

O *site* mostra notícia sobre novo tratamento cirúrgico para a doença de Parkinson, que utiliza um marca-passo especial que depende de uma bateria especial para seu funcionamento.

Organização Hear-it
<https://www.hear-it.org/pt/aumento-de-vida-da-bateria-para-aparelhos-auditivos>

Site sobre audição e perda auditiva, criado para aumentar a consciência acerca da perda auditiva. Permite encontrar diversos tipos de aparelhos que utilizam diferentes tipos de baterias internas.

Acessos em: 5 maio 2020.

Livro

NESSMANN, P. *Eletricidade*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2012.

O livro apresenta propostas e experimentos que permitem uma ampliação dos conhecimentos sobre os conceitos que envolvem o universo da eletricidade.

Filme

A batalha das correntes. Direção: Alfonso Gomez-Rejon. Estados Unidos, Rússia, Reino Unido, 2019. (103 min.)

Mostra a disputa entre Thomas Edison e George Westinghouse sobre a distribuição e utilização da corrente contínua e alternada.

Lugares para visitar

Laboratório de Divulgação Científica da Universidade Federal de Minas Gerais

Belo Horizonte, MG
<http://lilith.fisica.ufmg.br/divertida/>

O laboratório tem como objetivo a divulgação científica a partir de experimentos e protótipos abrangendo as ciências da natureza.

Usina Ciência da Ufal
Maceió, AL
<http://www.usinaciencia.ufal.br>

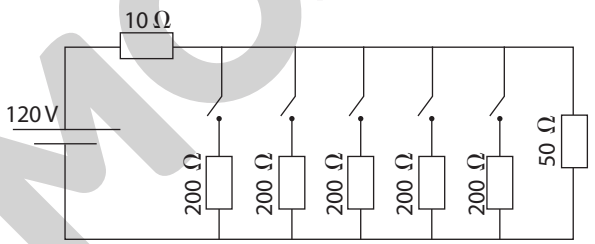
Museu que permite a divulgação científica, contribuindo para aumentar o conhecimento científico a partir de ações educativas.

Acessos em: 27 jun. 2020

ATIVIDADES FINAIS

Não escreva no livro.

1 (Enem) Uma casa tem um cabo elétrico mal dimensionado, de resistência igual a 10 Ω, que a conecta à rede elétrica de 120 V. Nessa casa, cinco lâmpadas, de resistência igual a 200 Ω, estão conectadas ao mesmo circuito que uma televisão de resistência igual a 50 Ω, conforme ilustrado no esquema. A televisão funciona apenas com tensão entre 90 V e 130 V.



ERICSON GUILHERME LUCIANO

O número máximo de lâmpadas que podem ser ligadas sem que a televisão pare de funcionar é:

a) 1
b) 2
c) 3
d) 4
e) 5

2 (Enem) Baterias de lítio, utilizadas em dispositivos eletrônicos portáteis, são constituídas de células individuais com ddp de 3,6 V. É comum os fabricantes de computadores utilizarem as células individuais para a obtenção de baterias de 10,8 V ou 14,4 V. No entanto, fazem a propaganda de seus produtos fornecendo a informação do número de células da bateria e sua capacidade de carga em mAh, por exemplo, 4.400 mAh.

Disponível em: <http://www.laptopbattery.net>. Acesso em: 15. nov. 2011 (adaptado).

Dentre as baterias de 10,8 V e 14,4 V, constituídas por 12 células individuais, qual possui maior capacidade de carga?

a) A bateria de 10,8 V, porque possui combinações em paralelo de 4 conjuntos com 3 células em série.

MODERNA

b) A bateria de 14,4 V, porque possui combinações em paralelo de 3 conjuntos com 4 células em série.

c) A bateria de 14,4 V, porque possui combinações em série de 3 conjuntos com 4 células em paralelo.

d) A bateria de 10,8 V, porque possui combinações em série de 4 conjuntos com 3 células em paralelo.

e) A bateria de 10,8 V, porque possui combinações em série de 3 conjuntos com 4 células em série.

3 (Enem) Em uma manhã ensolarada, uma jovem vai até um parque para acampar e ler. Ela monta sua barraca próxima de seu carro, de uma árvore e de um quiosque de madeira. Durante a sua leitura, a jovem não percebe a aproximação de uma tempestade com muitos relâmpagos.

A melhor maneira de essa jovem se proteger dos relâmpagos é:

a) entrar no carro.

b) entrar na barraca.

c) entrar no quiosque.

d) abrir um guarda-chuva.

e) ficar embaixo da árvore.

4 (Enem) A eficiência das lâmpadas pode ser comparada utilizando a razão, considerada linear, entre a quantidade de luz produzida e o consumo. A quantidade de luz é medida pelo fluxo luminoso, cuja unidade é o lúmen (lm). O consumo está relacionado à potência elétrica da lâmpada, que é medida em watt (W). Por exemplo, uma lâmpada incandescente de 40 W emite cerca de 600 lm, enquanto uma lâmpada fluorescente de 40 W emite cerca de 3.000 lm.

Disponível em: <http://tecnologia.terra.com.br>. Acesso em: 29 fev. 2012 (adaptado).

A eficiência de uma lâmpada incandescente de 40 W é

a) maior que a de uma lâmpada fluorescente de 8 W, que produz menor quantidade de luz.

b) maior que a de uma lâmpada fluorescente de 40 W, que produz menor quantidade de luz.

c) menor que a de uma lâmpada fluorescente de 8 W, que produz a mesma quantidade de luz.

d) menor que a de uma lâmpada fluorescente de 40 W, pois consome maior quantidade de energia.

e) igual a de uma lâmpada fluorescente de 40 W, que consome a mesma quantidade de energia.

Próximos passos

Você acaba de estudar algumas características da corrente elétrica que circula pelos circuitos que alimentam os aparelhos elétricos e eletrônicos.

Estudou também que a energia consumida pelo tempo de funcionamento dos equipamentos elétricos, isto é, a potência em watts, está relacionada tanto com a voltagem da rede em que o aparelho é ligado quanto com a corrente elétrica que o percorre quando está em funcionamento.

Na sequência, daremos continuidade ao estudo da eletricidade, agora sob outro ponto de vista: a geração de corrente elétrica por pilhas e baterias de todo tipo, de relógios, celulares, computadores etc.

Nesse percurso, você estudará os tipos de reações químicas que ocorrem internamente em pilhas e baterias e poderá identificar a presença dessas mesmas reações em várias situações do cotidiano.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

CAPÍTULO

2 Geradores de energia portáteis

BNCC:
EM13CNT101; EM13CNT104; EM13CNT105; EM13CNT106; EM13CNT107; EM13CNT203; EM13CNT301; EM13CNT303; EM13CNT306; EM13CNT307; EM13CNT308; EM13CNT309

Para começo de conversa

FG TRADE/E+/GETTY IMAGES

Como seria a vida do jovem da imagem caso ele não tivesse acesso à energia elétrica?

Iluminação pública e residencial, chuveiros, eletrodomésticos, aparelhos eletroeletrônicos, como televisores, *notebooks*, *tablets*, celulares e câmeras – a energia elétrica está tão presente em nosso dia a dia e difundida em nossa sociedade que muitas vezes só percebemos sua importância quando ela nos falta.

Até o momento, você estudou sobre a geração de energia elétrica em usinas e o caminho que ela percorre até chegar às nossas residências e possibilitar o funcionamento de diversos aparelhos. No entanto, muitos dos equipamentos eletrônicos que usamos em nosso cotidiano funcionam a pilha ou bateria – sistemas que produzem energia elétrica por meio de reações químicas. Conforme suas características, uma pilha ou bateria pode ser mais eficiente para um tipo de aparelho do que para outro. Essas características são determinantes também para o destino desses dispositivos após o uso.

O que é necessário para construir uma pilha? Qual é o destino final de pilhas e baterias quando sua carga elétrica se esgota?

De qualquer forma, seja de que tipo for, pilhas e baterias funcionam com base em processos químicos capazes de impulsionar elétrons por meio de um circuito elétrico no qual esses geradores estejam incluídos.

Neste capítulo, vamos ver como pilhas e baterias são construídas para entender de que modo os processos em que há transferência de elétrons podem gerar energia elétrica para múltiplas finalidades. Também vamos explorar questões eletroquímicas de importância socioeconômica e ambiental, como o fato de, à beira-mar, a formação de ferrugem acontecer mais facilmente e os recursos para evitar que estruturas metálicas sejam danificadas por esse processo.

Veja respostas e comentários para as atividades do capítulo no **Suplemento do Professor**.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Das pilhas antigas às atuais

Se você conversar com alguém mais velho, da geração de seus avós, saberá o que representou a invenção do "radinho de pilha", em meados do século passado. Não sendo mais necessário manter o aparelho ligado à tomada, era possível levá-lo a qualquer parte, o que fez dele um sucesso em nosso país por muitas décadas.

O mesmo vale para as baterias automotivas, que há cerca de um século facilitaram a partida de motores elétricos de carros, caminhões, ônibus etc.

Muitos avanços importantes no campo da Medicina também se devem às pilhas e baterias, como os aparelhos de audição, de monitoramento cardíaco 24 horas ou de marca-passos, que funcionam ligados a esses equipamentos.

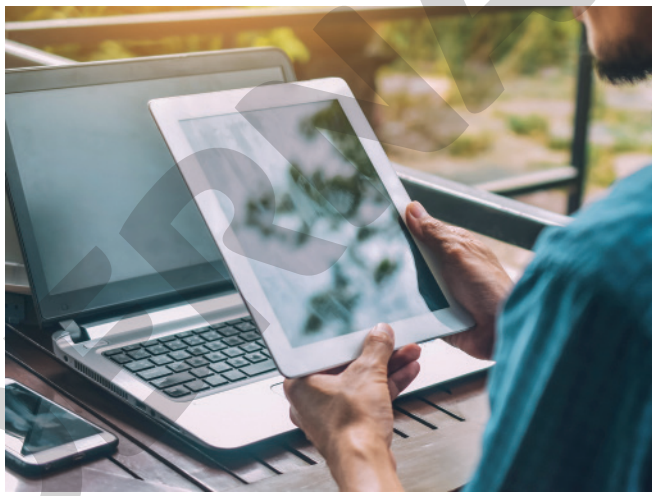
Os múltiplos usos desses geradores portáteis, bem como as vantagens e desvantagens de cada tipo e as características que os tornam mais ou menos adequados a cada finalidade, explicam o crescimento da variedade de tipos de pilhas e baterias. Diante do uso crescente de celulares, *smartphones*, *notebooks*, *tablets*, entre outros, a importância deles é cada vez maior.

É importante lembrar que muitas dessas conquistas, que trouxeram avanços no campo da saúde, maior conforto e melhorias nas condições de vida em geral, só foram possíveis graças à ampliação dos conhecimentos científicos incorporados às inovações tecnológicas. Nossa condição humana, no entanto, permanentemente nos coloca novos desafios e, diante deles, é certo que diferentes tipos de geradores de energia elétrica surgirão.

Para entender como funcionam as pilhas atuais, vamos começar analisando os processos de construção das primeiras pilhas, no século XVIII.

JOÃO PRUDENTE/PULSAR IMAGENS

Cadeiras de rodas elétricas (como a da foto acima), movidas a bateria, são mais simples de impulsionar e poupam a pessoa cadeirante de fazer esforço com os braços.



CI2/CAVAN IMAGES/ALAMY/FOTOARENA

O desenvolvimento de novas pilhas e baterias permitiu a mobilidade de diversos aparelhos eletrônicos, os quais, para maior comodidade do usuário, tornaram-se cada vez menores.

Interligações

Não escreva no livro.

Como surgiram as pilhas elétricas?

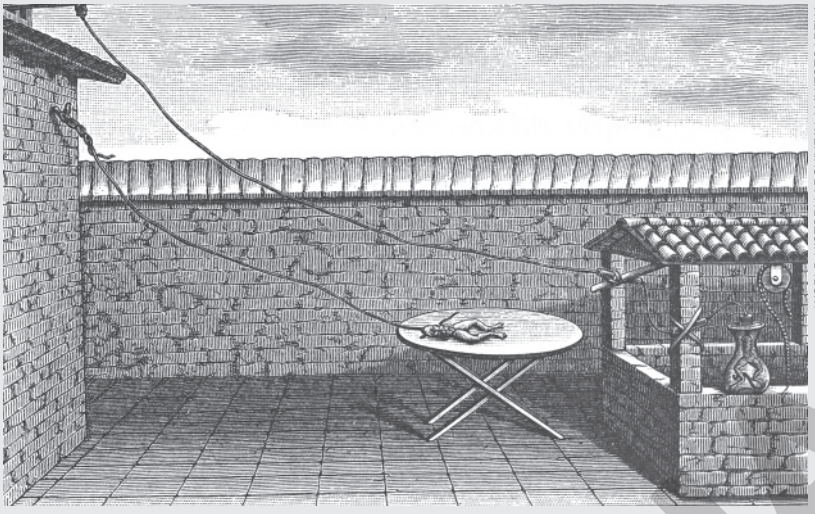
O italiano Luigi Galvani (1737-1798) graduou-se em Medicina e Filosofia pela Universidade de Bolonha, onde também foi professor. Em suas atividades acadêmicas, dividiu-se entre a cirurgia e as pesquisas no campo da **anatomia**, no qual deixou muitas contribuições, como sua publicação sobre a estrutura e funções dos ossos. No entanto, seus estudos de fisiologia do sistema nervoso e muscular, desenvolvidos a partir da década de 1770, acabaram por levá-lo à realização de experimentos relacionados à eletricidade; tais estudos representaram um marco no campo da neurofisiologia.

São particularmente importantes, em relação ao que vamos estudar neste capítulo, as observações que Luigi Galvani realizou por volta de 1780, ao verificar que músculos recém-retirados de uma rã se contraíam quando conectados simultaneamente a dois metais diferentes. Para ele, parecia clara a relação entre a contração muscular e a passagem de corrente elétrica. No entanto, restava uma dúvida quanto à origem da energia elétrica. Inicialmente ele associou a eletricidade aos tecidos vivos, mencionando a existência de "eletricidade animal"; estudos posteriores confirmaram a associação entre a eletricidade e a contração.

Continua

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODELO

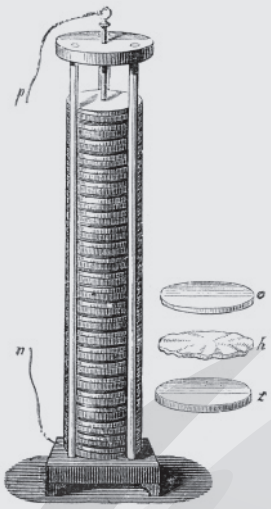


WORLD HISTORY ARCHIVE/ALAMY/FOTOARENA

Representação do experimento de Galvani de 1786, no qual a eletricidade natural captada pelo para-raios provocava a contração dos músculos de uma rã. Essa gravura faz parte da obra de Galvani de 1791, intitulada *De viribus electricitatis no motu musculari commentarius*.

O pesquisador Alessandro Giuseppe Volta (1745-1827), também italiano, partiu de um pressuposto diferente do de Galvani: o de que a eletricidade teria origem nos metais. Ele tentava provar que existia só um tipo de eletricidade, independentemente de sua origem. Por isso, em vez de tecidos de organismos vivos, fez testes usando ferro, cobre e tecido molhado. Validou sua hipótese ao variar os metais usados.

Em 1800, Volta publicou seus trabalhos sobre o dispositivo que ele construiu, chamado de **gerador de Volta**, apresentando sua invenção à comunidade científica. Esse gerador consistia em um conjunto de pilhas associadas em série (o polo positivo de uma pilha ligado ao negativo da pilha seguinte). Desse modo, ele comprovou que os tecidos animais eram desnecessários para produzir eletricidade e obteve a primeira **bateria elétrica**. Posteriormente, Volta fez alterações no equipamento para torná-lo mais eficiente.



GRANGER HISTORICAL PICTURE ARCHIVE/ALAMY/FOTOARENA

Xilogravura do século XIX que ilustra o gerador de Volta, formado por discos de cobre e zinco intercalados por pedaços de tecido embebidos em salmoura. Pela primeira vez a humanidade produzia corrente elétrica.

O grande mérito dos trabalhos de Volta foi o de criar a primeira fonte de corrente contínua de eletricidade, até então limitada à eletricidade estática. Vários termos da Física foram criados em sua homenagem, como **volt** (**V**) (unidade de diferença de potencial do Sistema Internacional de Unidades – SI) e **voltímetro** (instrumento para medir a diferença de potencial).

Embora Volta tenha conseguido concluir que a intensidade da corrente elétrica produzida era tanto maior quanto maior o número de placas metálicas utilizadas por ele, não soube explicar o papel do líquido usado para embeber o tecido usado na "pilha" de discos metálicos. Como sempre acontece no campo das Ciências – e nas conquistas da humanidade de maneira geral –, o trabalho de um cientista pode e deve ser aprimorado por outros. No caso do gerador de Volta, a corrente elétrica oscilava e tendia a esgotar-se rapidamente, o que foi resolvido por outro cientista.

1. Explique a ligação histórica entre os estudos de anatomia e a descoberta dos geradores elétricos.

2. Que problema Galvani tentava esclarecer? E Volta?

3. Valendo-se de seus conhecimentos químicos e biológicos, diga de onde provém a capacidade dos seres vivos de conduzir corrente elétrica. Se necessário, pesquise.

4. Conduzir corrente elétrica é o mesmo que gerar corrente elétrica? Explique.

5. No gerador de Volta, a corrente elétrica oscilava e tendia a esgotar-se rapidamente. Então outros pesquisadores tentaram obter uma fonte de energia que mantivesse por mais tempo uma corrente elétrica significativa.

- Pesquise outro tipo de pilha desenvolvido após o gerador de Volta que solucionou esse problema. Como era a estrutura dessa pilha?
- Discuta com os colegas a importância da divulgação científica do trabalho dos cientistas.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Não escreva no livro.

Reconstruindo o gerador de Volta

Que características devem ter os materiais usados para gerar eletricidade e de que forma devem estar dispostos?

Junte-se a outros estudantes e formem um grupo, conforme orientação do professor, para a realização dessa atividade.

Objetivo

- Construir um gerador de Volta, com a associação de pilhas.

Materiais

- 1 recipiente pequeno para preparo da solução
- cerca de 50 mL de água de torneira
- 2 colheres (de sopa) de sal de cozinha
- 1 bastão de vidro ou 1 colher
- 6 pedaços de feltro ou papel absorvente (papel toalha ou papel-filtro) cortados em quadrados medindo cerca de 3 cm de lado
- 2 pedaços de fio de cobre de cerca de 15 cm descascados nas pontas
- 6 placas de cobre medindo cerca de 2 cm $\times$ 2 cm
- 6 arruelas de zinco ou 6 placas de zinco medindo cerca de 2 cm $\times$ 2 cm
- 1 pedaço de palha de aço
- fita isolante ou fita adesiva comum
- 1 lâmpada de 1,5 V, como um LED (diodo emissor de luz) vermelho
- 1 multímetro ou voltímetro (se houver)

Procedimento

1. No recipiente, adicionem o sal de cozinha à água e misturem bem com o auxílio de um bastão de vidro ou de uma colher. Essa solução será utilizada para embeber os pedaços de feltro ou de papel absorvente.
2. Para diminuir a resistência elétrica, lixem as placas de cobre e de zinco e as extremidades desencapadas dos fios de cobre usando a palha de aço.
3. Com a fita isolante ou adesiva, prendam a uma placa de cobre uma das extremidades de um dos fios de cobre.
4. A montagem da pilha deve ser feita em camadas, como as de um sanduíche. Para começar, utilizem a placa de cobre presa ao fio de cobre; em seguida, peguem um pedaço cortado do feltro ou do papel absorvente embebido na solução de sal e o coloquem por cima da placa de cobre, no lado oposto ao do fio de cobre. O próximo passo é colocar a arruela ou placa de zinco por cima.
5. Continuem montando a pilha, colocando outra placa de cobre em cima da arruela ou placa de zinco. A sequência será sempre esta: placa de cobre, feltro ou papel absorvente embebido na solução, arruela ou placa de zinco. Reiniciem com a placa de cobre (sem intercalar com o feltro ou papel absorvente embebido na solução).

Continua

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

6. A última peça a ser colocada será uma arruela ou placa de zinco, que deve ser presa a uma das extremidades do outro fio de cobre usando a fita isolante ou adesiva.

7. A fim de facilitar o manuseio, passem fita isolante ou adesiva em volta das placas para garantir que elas continuem empilhadas.

8. Conectem as extremidades livres dos fios de cobre à lâmpada. Observem o resultado.

9. Se houver um multímetro disponível, meçam a diferença de potencial ("voltagem") fornecida pelo sistema e comparem com a necessária para acender a lâmpada. Meçam também a diferença de potencial em apenas um conjunto do sistema (placa de cobre – feltro/papel absorvente – arruela/placa de zinco).

Atenção

A solução de sal de cozinha pode ser descartada no ralo de uma pia; o restante do material pode ser guardado para futuro reaproveitamento.

GERADOR DE VOLTA

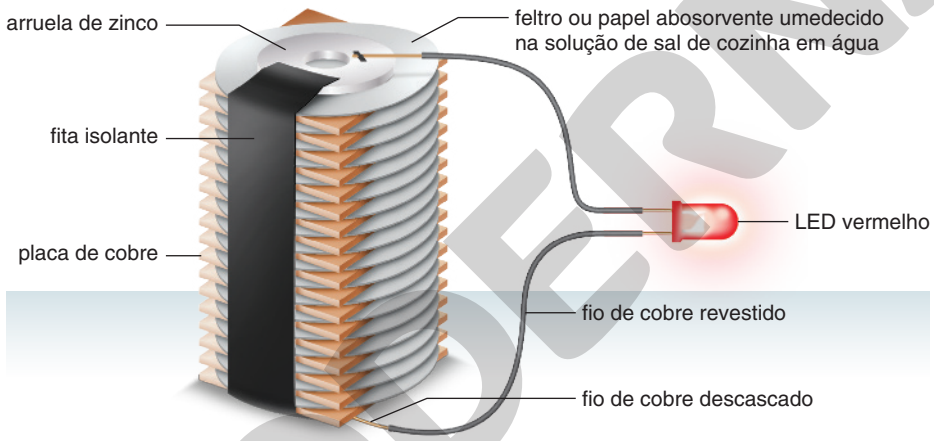


ILUSTRAÇÃO: NELSON MATSUDA

Fonte: Ciensação. Disponível em: <https://ciensacao.org/experimento_mao_na_massa/e5104c_VoltaicPile.html>. Acesso em: 16 jul. 2020.

Esquema de montagem do gerador de Volta que será construído. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Analisem suas observações

1. A lâmpada acendeu? Por quê?

2. Considerando que a lâmpada acendeu, ela se manteve acesa por muito tempo? Justifiquem o que observaram.

3. Qual é a finalidade do feltro ou papel absorvente? Por que ele foi embebido na solução de sal de cozinha? Justifiquem a escolha dessa solução.

4. Se ambas as placas fossem do mesmo metal, o efeito seria o mesmo? Formulem uma hipótese e construam uma "pilha" utilizando somente um metal, por exemplo, o cobre. Comparem os resultados observados com sua hipótese.
   - Caso vocês tenham usado um multímetro ou voltímetro, respondam também às próximas questões.

5. Qual foi a diferença de potencial medida em apenas um conjunto? Qual é a relação entre a diferença de potencial do sistema completo e a desse conjunto?

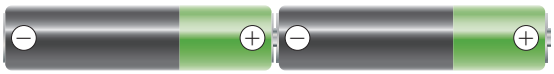
6. Qual foi a diferença de potencial medida no sistema? O que vocês entendem por esse valor? Se houvesse menos conjuntos no sistema, esse valor seria alterado? Justifiquem.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

As pilhas atuais

Provavelmente você já teve oportunidade de trocar as pilhas de algum equipamento eletrônico (controle remoto, brinquedo, entre outros). Sempre que se faz isso, pode-se notar que uma pilha tem seu polo positivo para um lado enquanto a outra tem o polo negativo para esse mesmo lado, de modo que o polo ⊖ de uma está conectado ao polo ⊕ da outra por meio de um metal. Esquematicamente, teríamos algo do tipo:

NELSON MATSUDA



Representação das pilhas em um equipamento eletrônico.

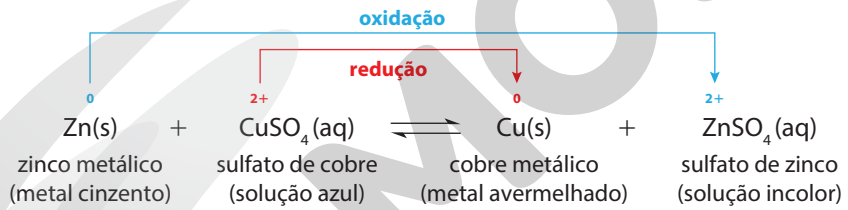
Quanto maior a "voltagem" requerida para fazer um equipamento funcionar, maior será o número necessário de pilhas unidas dessa forma. Esse tipo de ligação – a **ligação em série** – é semelhante ao empilhamento dos pratos metálicos da pilha de Volta, e **a corrente elétrica que atravessa todas as pilhas interligadas é a mesma**.

Se as placas utilizadas na seção **Atividade prática** fossem do mesmo metal, não observaríamos o mesmo resultado. Nessa montagem da pilha voltaica, para gerar energia elétrica é necessário ter uma espécie química com maior tendência a perder elétrons do que outra. Em outras palavras, não haveria tensão elétrica utilizando dois metais com a mesma tendência a perder elétrons.

Por dentro de uma pilha

Que tipo de reação química ocorre em uma pilha ou bateria? Nesses equipamentos, acontecem processos que envolvem a transferência de elétrons, isto é, trata-se de reações de oxirredução.

Essas reações de oxirredução são espontâneas e, por isso, pilhas e baterias são capazes de gerar energia elétrica. Ou seja: a energia produzida nessas reações químicas transforma-se em energia elétrica. Vamos considerar a pilha de Daniell. Nela ocorre espontaneamente a reação química representada a seguir.



Nessa reação espontânea, há transferência direta de elétrons: o zinco metálico (Zn^0) fornece elétrons para os íons cobre (Cu^{2+}) em solução. Mas essa transferência não é uma fonte de energia elétrica eficiente. Por quê?

Nesse processo espontâneo, há aumento de temperatura, isto é, produção de energia térmica que não pode ser transformada em trabalho de natureza elétrica e, portanto, pouco útil.

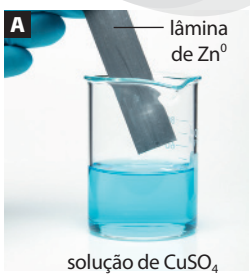
Caixa de ferramentas

Conceitos de oxirredução

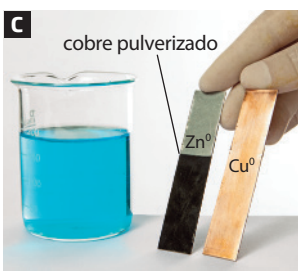
Em algumas equações químicas, acima dos símbolos dos elementos químicos aparecem os números de oxidação (Nox). O Nox dos metais é zero, pois essas espécies químicas são neutras (sem predomínio de cargas negativas ou positivas); na forma de cátions, eles coincidem com a carga dos íons (2+, nos cátions zinco e cobre(II)). Na equação representada ao lado, o zinco (Zn) **perde elétrons**, **oxida-se** e aumenta o valor de seu Nox, propiciando a redução dos íons Cu^{2+}; dizemos que o zinco é o **agente redutor**. No caso dos íons Cu^{2+} ocorre o contrário: **ganha elétrons**, com **redução** do Nox de 2+ a zero, permitindo a oxidação do zinco. Dizemos, por isso, que os íons Cu^{2+} são o **agente oxidante**.

PROCESSO DE OXIRREDUÇÃO

FOTOS: GIPHOTOSTOCK/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA



DOTTA



Nas fotos (**A**) e (**B**), mostram-se uma lâmina de zinco e uma solução de sulfato de cobre(II), antes e depois da ocorrência de reação de oxirredução. Na foto (**C**), a placa de zinco, após ser retirada da solução de sulfato de cobre, está parcialmente recoberta por cobre pulverizado; ao lado dela uma placa de cobre evidencia a diferença de aspecto dessas formas de cobre.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Observe as duas lâminas (uma de zinco e outra de cobre) da foto (**C**) da página anterior. A de zinco, que foi retirada da solução, está bastante escurecida na parte inferior em consequência da reação do zinco com os íons $Cu^{2+}(aq)$; o escurecimento decorre da deposição de cobre pulverizado sobre o zinco. Note que o aspecto dessa parte da lâmina é bem diferente do de uma lâmina de cobre polida.

Com base nessa reação química, como podemos obter energia elétrica capaz de realizar trabalho?

É necessário **separar fisicamente o processo de oxidação do de redução**, de modo que os elétrons provenientes da oxidação circulem por um fio, podendo realizar **trabalho elétrico**: acender uma lâmpada, acionar um motor etc. Essa transferência requer que os agentes oxidante (espécie química que se reduz, ou seja, ganha elétrons) e redutor (espécie química que se oxida, ou seja, cede elétrons) estejam separados ou colocados em um meio em que a mobilidade dos íons presentes no processo seja, em parte, restrita, o que poderá ser mais bem esclarecido adiante.

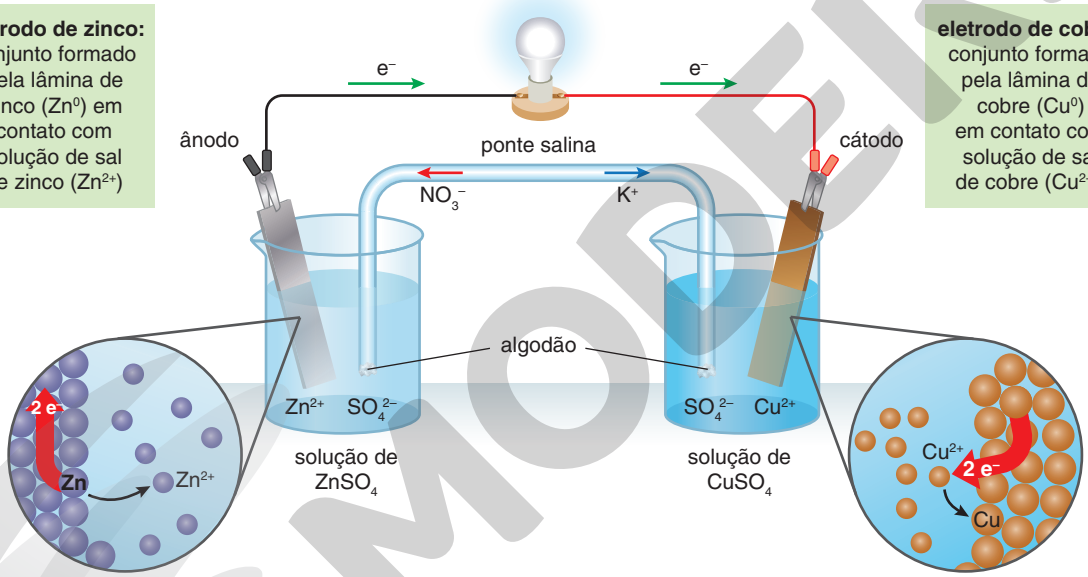
Observe a seguir o esquema ampliado da pilha de Daniell, baseada na reação entre zinco e sulfato de cobre(II).

PILHA DE DANIELL

NELSON MATSUDA

eletrodo de zinco: conjunto formado pela lâmina de zinco (Zn^0) em contato com solução de sal de zinco (Zn^{2+})

eletrodo de cobre: conjunto formado pela lâmina de cobre (Cu^0) em contato com solução de sal de cobre (Cu^{2+})



o Zn é oxidado a Zn^{2+} no ânodo
semiequação de oxidação

$Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2\ e^-$

equação iônica global

$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightleftharpoons Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$

o Cu^{2+} é reduzido a Cu no cátodo
semiequação de redução

$2\ e^- + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Cu(s)$

Fonte: CHANG, R.; GOLDSBY, K. A. *Chemistry*. 12th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2016.

Esquema da pilha de Daniell. O *zoom* representa apenas os processos de oxidação e de redução e, por isso, a representação submicroscópica da água não foi inserida. (Fora de proporção; cores fantasia.)

Para que a corrente elétrica circule, é necessário que o circuito esteja fechado. Pelo **fio metálico** que une as duas placas metálicas, movimentam os **elétrons** e, pela **ponte salina**, os **íons**. A ponte salina pode ser construída com um tubo de vidro em forma de U (ou como o da ilustração), fechado nas extremidades com algodão e cheio de uma solução aquosa de um sal – geralmente nitrato de potássio (KNO_3) – que não participe da reação química da pilha. O conteúdo desse tubo é que permitirá a circulação da corrente elétrica entre as duas soluções iônicas em contato com os metais.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Como funciona uma pilha?

Conforme você teve a oportunidade de recordar, o zinco tem maior tendência a oxidar-se do que o cobre, isto é, o zinco tem maior poder redutor, já que tem mais facilidade de perder elétrons. Quando a pilha está em funcionamento, o processo que ocorre com o zinco pode ser assim representado:

$Zn^0(s) \xrightarrow{\text{oxidação}} Zn^{2+}(aq) + 2\,e^-$

Os elétrons liberados pela oxidação do zinco metálico (Zn^0) fluem pelo fio condutor e chegam à placa de cobre.

$Cu^{2+}(aq) + 2\,e^- \xrightarrow{\text{redução}} Cu^0(s)$

Os íons Cu^{2+} tendem espontaneamente a receber elétrons, reduzindo-se a cobre metálico (Cu^0).

À medida que a pilha vai funcionando, há **gasto da lâmina de zinco**, que se **oxida**, com o consequente **aumento da concentração de Zn^{2+}** em solução. No outro eletrodo, temos a **deposição de cobre**, em razão da **redução de íons Cu^{2+}**. Nesse processo, a concentração de Cu^{2+} vai diminuindo, provocando um leve clareamento da coloração azul da solução – essa cor se deve à presença dos íons Cu^{2+}.

Qual é o papel da ponte salina?

À medida que o Zn metálico, $Zn^0(s)$, se oxida, a solução vai aumentando sua concentração em íons Zn^{2+}. Por sua vez, conforme os íons Cu^{2+} se reduzem, a concentração de íons sulfato (SO_4^{2-}) presentes na solução vai se tornando maior do que a de íons Cu^{2+}.

Para manter a **neutralidade de cargas elétricas**, ocorre um movimento organizado dos íons: de cátions em direção à solução do sal de Cu^{2+} (que apresenta maior concentração de ânions SO_4^{2-}) e/ou de ânions em direção à solução de Zn^{2+}. Dessa corrente iônica participam inclusive os íons da ponte salina: cátions potássio (K^+) dirigem-se ao eletrodo de cobre e ânions nitrato (NO_3^-), ao de zinco. Tudo isso ocorre ao mesmo tempo que os elétrons fluem no fio metálico, graças à reação de oxirredução.

O eletrodo de zinco (conjunto $Zn^0 \mid Zn^{2+}$) é o ânodo e o de cobre (conjunto $Cu^0 \mid Cu^{2+}$), o **cátodo**, pois:

- **ânodo** é o eletrodo para onde se dirigem os **ânions**;
- **cátodo** é o eletrodo para onde se dirigem os **cátions**.

Em uma pilha (ou célula galvânica), cada conjunto de lâmina metálica imersa na solução eletrolítica pode ser denominada como eletrodo, semicélula ou semipilha. Esses termos são sinônimos indicativos dos processos globais que ocorrem nas pilhas, isto é, que envolvem a forma oxidada e a reduzida de cada polo.

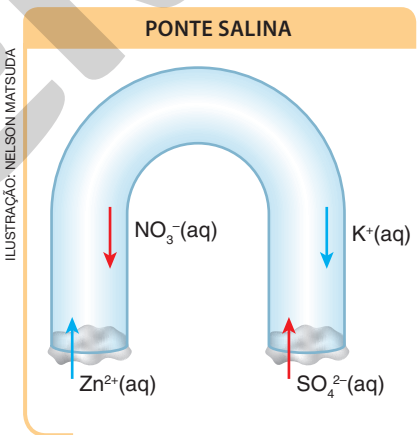


ILUSTRAÇÃO: NELSON MATSUDA

Representação esquemática de um tubo em U contendo solução aquosa de nitrato de potássio (KNO_3), usado como ponte salina em pilhas. (Fora de proporção; cores fantasia.)

Convenção da pilha

⊖ ânodo: $Zn^0(s) \xrightarrow{\text{oxidação}} Zn^{2+}(aq) + 2\,e^-$

Polo negativo é o eletrodo que fornece elétrons ao circuito externo.

⊕ cátodo: $Cu^{2+}(aq) + 2\,e^- \xrightarrow{\text{redução}} Cu^0(s)$

Polo positivo é o eletrodo que recebe elétrons do circuito externo.

$Zn^0(s) + Cu^{2+}(aq) \rightleftharpoons Cu^0(s) + Zn^{2+}(aq)$

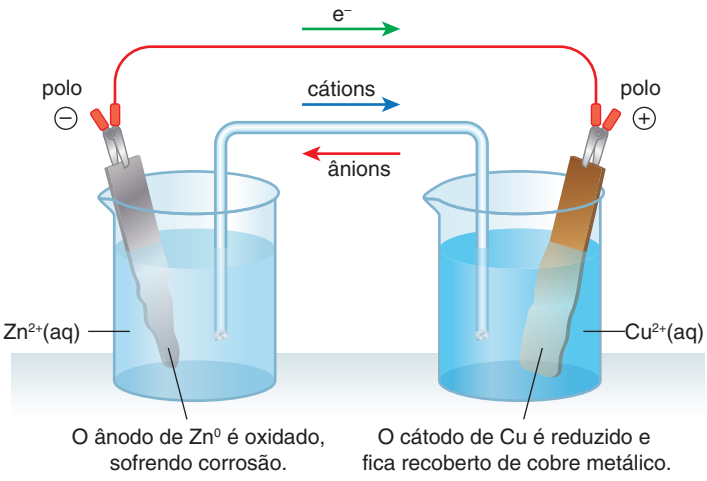
Equação global da pilha.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

NELSON MATSUDA

FLUXO DE ELÉTRONS, CÁTIONS E ÂNIONS EM UMA PILHA



A oxidação do zinco e a redução do cobre fazem com que um fluxo de elétrons percorra o fio metálico que une os dois eletrodos. Esse fluxo corresponde a uma corrente elétrica contínua. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: SILBERBERG, M. S.; AMATEIS, P. *Chemistry*: the molecular nature of matter and change. 7th. ed. New York: McGraw-Hill Education, 2015.

Representação esquemática da pilha

A International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) adotou uma convenção para representar de modo esquemático uma pilha.

Indica-se **à esquerda o ânodo** (polo ⊖) e **à direita o cátodo** (polo ⊕). Um traço vertical representa separação de fases e dois traços verticais, ponte salina.

De acordo com essa convenção, a pilha de Daniell é representada por:

$$Zn^0 \,|\, Zn^{2+}\ (1\ mol/L) \,||\, Cu^{2+}\ (1\ mol/L) \,|\, Cu^0$$

Na indicação das espécies oxidada e reduzida que constituem uma mesma fase, a separação entre elas é indicada por vírgula. Por exemplo, no caso de um eletrodo de platina mergulhado em solução aquosa contendo as espécies $Fe^{2+}(aq)$ e $Fe^{3+}(aq)$, deve-se indicar: $Fe^{3+}, Fe^{2+} \,|\, Pt$.

Atividade

Não escreva no livro.

1 Considere a pilha esquematizada ao lado e responda aos itens a seguir. Conforme a pilha funciona, o alumínio metálico é consumido.

a) Em que sentido circulam os elétrons no fio que une os polos do gerador na parte externa do circuito?

b) Em qual das semipilhas ocorre a reação química de redução?

c) Equacione a semirreação de redução e a de oxidação.

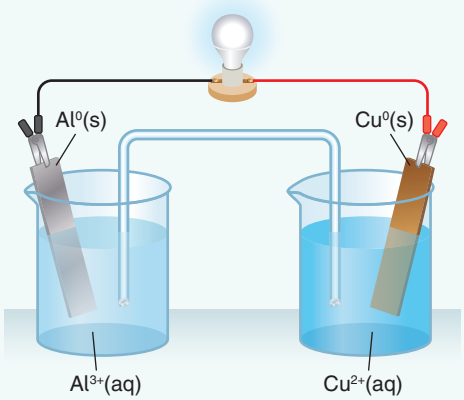
d) Escreva a equação global dessa pilha. (**Atenção**: não se esqueça de igualar o número de elétrons da oxidação com o da redução.)

e) Qual é a espécie oxidante? Qual é a espécie redutora?

f) Qual é o polo positivo? Qual é o polo negativo?

g) Qual é o sentido do movimento dos cátions na ponte salina? E o dos ânions?

h) Qual é o cátodo? Qual é o ânodo?



Esquema da pilha de cobre e alumínio. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

ILUSTRAÇÕES: NELSON MATSUDA

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Esclarecendo a relação entre alguns conceitos: força eletromotriz e diferença de potencial de uma pilha

Quando dizemos, por exemplo, que uma bateria fornece 12 volts, estamos nos referindo ao que popularmente se chama de "voltagem" ou tensão elétrica desse gerador. Essa grandeza física, mais propriamente designada pela expressão **diferença de potencial** (*U*), varia de acordo com a intensidade de corrente elétrica (*i*) que percorre o gerador e, portanto, **depende do circuito elétrico em que se insere**.

Já a **força eletromotriz de uma pilha** (*E*) é uma **grandeza "teórica"**. O valor da voltagem medida aproxima-se de *E* quando a corrente elétrica é muitíssimo baixa, $i \longrightarrow 0$.

Na Eletroquímica, área da Química que estuda a relação entre a passagem da corrente elétrica e as transformações químicas, podemos encontrar expressões consideradas equivalentes: **força eletromotriz** (f.e.m.), potencial de célula ou, menos rigorosamente, tensão ou diferença de potencial, que, em linguagem coloquial, é chamada de "voltagem".

JOE BELANGER/SHUTTERSTOCK

Utilizando um voltímetro, é possível medir a "voltagem" de uma pilha ou bateria, como as de automóveis. Na imagem o mecânico usa um multímetro, que permite fazer outras medições além da voltagem.

A força eletromotriz de uma pilha depende:

- dos eletrodos que a constituem;
- da concentração das soluções empregadas;
- da temperatura.

À medida que uma pilha úmida (do tipo da pilha de Daniell) é usada, a concentração das soluções nos eletrodos se altera; por isso, a "voltagem" que ela fornece varia com o uso.

Potencial de eletrodo

Na prática, podemos determinar a força eletromotriz entre dois eletrodos, mas não é possível fazer o mesmo para o valor do potencial de cada um deles, isoladamente. Por isso, o potencial de um eletrodo é estabelecido tomando como referência o eletrodo-padrão de hidrogênio, ao qual se atribui, arbitrariamente, o potencial zero.

O eletrodo-padrão de hidrogênio

O eletrodo-padrão de hidrogênio é composto de um tubo invertido no qual é inserida uma placa presa por um fio, ambos de platina (Pt). Por uma abertura lateral, injeta-se gás hidrogênio à pressão de 100 kPa ($\simeq$ 1 atm).

A platina é o metal usado nesse eletrodo porque adsorve o hidrogênio (retém moléculas do gás em sua superfície) e também por apresentar baixíssima reatividade, não reagindo com o ácido presente na solução.

Por essa razão, você verá muitas vezes esse eletrodo representado por: $H^+ \mid Pt(H_2)$ ou $H^+ \mid H_2 \mid Pt$.

Por convenção, adota-se que o potencial do eletrodo de hidrogênio é zero, nas seguintes condições:

$E^\circ_{H^+ \mid H_2} = 0$ V
25 °C, 100 kPa
$[H^+] = 1$ mol/L

Sugerimos esclarecer aos estudantes o significado das indicações de pressão e concentração.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Medindo o $E°$ de redução de eletrodos

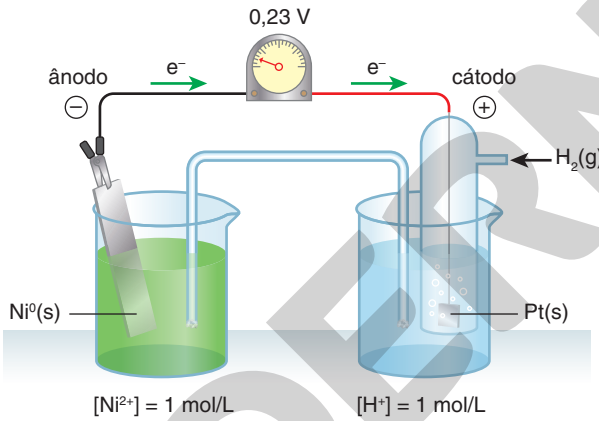
Para medir o $E°$ (potencial-padrão de redução) de um eletrodo, montam-se pilhas nas quais **um dos eletrodos é o padrão de hidrogênio** e o outro é aquele cujo $E°$ se pretende determinar. Por serem eletrodos-padrão, subentende-se que ambos estão a 25 °C e 100 kPa, com concentração em íons H^+ igual a 1,0 mol/L.

Determinando o $E°$ do eletrodo $Ni^0 \mid Ni^{2+}$

Seja a pilha-padrão $Ni^0 \mid Ni^{2+} \parallel H^+ \mid H_2 \mid Pt$.

Como foi dito anteriormente, nessa representação as formas reduzida e oxidada de cada eletrodo estão separadas por um traço, e a indicação || representa a ponte salina que une os eletrodos. Vale lembrar que a IUPAC recomenda que o ânodo fique à esquerda.

Pense inicialmente no seguinte: entre Ni^0 e H_2, qual tem mais tendência a se oxidar? O $Ni^0(s)$ reage com ácidos, liberando $H_2(g)$. O níquel tem, portanto, maior caráter redutor.



Fonte: BROWN, T. L. *et al*. *Química*: a ciência central. 13. ed. Trad. Eloiza Lopes *et al*. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

Representação esquemática da determinação do $E°$ do eletrodo-padrão $Ni^0 \mid Ni^{2+}$. (Fora de proporção; cores fantasia.)

ILUSTRAÇÃO: NELSON MATSUDA

$$Ni^0(s) \xrightarrow{\text{oxidação}} Ni^{2+}(aq) + 2\,e^-$$

$$2\,H^+(aq) + 2\,e^- \xrightarrow{\text{redução}} H_2(g)$$

$$\text{Equação global: } Ni^0(s) + 2\,H^+(aq) \rightleftharpoons Ni^{2+}(aq) + H_2(g)$$

$$E_{pilha} = E°_{\text{oxidação do } Ni^0} + E°_{\text{redução do } H^+}$$

$$E_{pilha} = E°_{Ni^0 \mid N^{2+}} + E°_{H^+ \mid H_2} = 0{,}23\ V$$

$$E°_{H^+ \mid H_2} = 0\ V \text{ (por convenção)}$$

$$E_{pilha} = E°_{Ni^0 \mid N^{2+}} = 0{,}23\ V$$

Como nesse processo o $Ni^0(s)$ está se oxidando, 0,23 V é o **potencial-padrão de oxidação do eletrodo $Ni^0 \mid Ni^{2+}$**. Inversamente, o **potencial-padrão de redução do eletrodo $Ni^{2+} \mid Ni^0$** é −0,23 V.

$$Ni^0(s) \xrightarrow{\text{oxidação}} Ni^{2+}(aq) + 2\,e^- \qquad E°_{Ni^0 \mid Ni^{2+}} = +0{,}23\ V$$
(potencial-padrão de **oxidação**)

$$Ni^{2+}(aq) + 2\,e^- \xrightarrow{\text{redução}} Ni^0(s) \qquad E°_{Ni^{2+} \mid Ni^0} = -0{,}23\ V$$
(potencial-padrão de **redução**)

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

A tabela dos potenciais-padrão

Por meio de processos semelhantes aos que acabamos de examinar, construíram-se tabelas com os valores dos potenciais-padrão de eletrodos. Eles se referem sempre a soluções com concentração de 1 mol/L, a 25 °C e 100 kPa.

A IUPAC determina que a tabela de potenciais-padrão seja organizada para os valores de redução.

Potenciais-padrão de redução (25 °C, 100 kPa, concentração dos íons: 1 mol/L)

caráter oxidante crescente

Semiequação de redução			Potencial-padrão de redução $E°$(V)
$Li^+(aq)$	$+1\,e^- \longrightarrow$	$Li^0(s)$	−3,05
$Mg^{2+}(aq)$	$+2\,e^- \longrightarrow$	$Mg^0(s)$	−2,36
$Al^{3+}(aq)$	$+3\,e^- \longrightarrow$	$Al^0(s)$	−1,66
$Zn^{2+}(aq)$	$+2\,e^- \longrightarrow$	$Zn^0(s)$	−0,76
$Fe^{2+}(aq)$	$+2\,e^- \longrightarrow$	$Fe^0(s)$	−0,44
$Ni^{2+}(aq)$	$+2\,e^- \longrightarrow$	$Ni^0(s)$	−0,23
$Sn^{2+}(aq)$	$+2\,e^- \longrightarrow$	$Sn^0(s)$	−0,14
$2\,H^+(aq)$	$+2\,e^- \longrightarrow$	$H_2(g)$	0,00 (por definição)
$Cu^{2+}(aq)$	$+2\,e^- \longrightarrow$	$Cu^0(s)$	+0,34
$I_2(s)$	$+2\,e^- \longrightarrow$	$2\,I^-(aq)$	+0,54
$Fe^{3+}(aq)$	$+1\,e^- \longrightarrow$	$Fe^{2+}(aq)$	+0,77
$Ag^+(aq)$	$+1\,e^- \longrightarrow$	$Ag^0(s)$	+0,80
$Cl_2(g)$	$+2\,e^- \longrightarrow$	$2\,Cl^-(aq)$	+1,36
$Au^{3+}(aq)$	$+3\,e^- \longrightarrow$	$Au^0(s)$	+1,40
$F_2(g)$	$+2\,e^- \longrightarrow$	$2\,F^-(aq)$	+2,87

caráter redutor crescente

Fonte: ATKINS, P. W.; JONES, L; LAVERMAN, L. *Princípios de Química*: questionando a vida moderna e o ambiente. Trad. Ricardo Bicca de Alencastro. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018.

Observação: pequenas diferenças nos valores de $E°$ podem aparecer em questões de exames de seleção.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Atividades

Não escreva no livro.

- Vamos interpretar alguns dados da tabela *Potenciais-padrão de redução*.

1. Por que o $E°$ de redução do par $H^+ \mid H_2$ vale 0?
2. Entre as espécies da tabela (íons e substâncias simples), qual tem maior:
   a) tendência a sofrer redução?
   b) tendência a sofrer oxidação?
   c) caráter oxidante?
   d) caráter redutor?
3. O que significa o $E°$ de redução do par $Zn^{2+} \mid Zn^0$ ser negativo?
4. Se o $E°$ de redução do $Zn^{2+} \mid Zn^0$ é negativo, o que você pode afirmar a respeito do caráter redutor do zinco, se comparado ao do hidrogênio?
5. É possível o F_2 oxidar o Cl^-? Por quê?
6. É possível o I_2 oxidar o Cl^-? Por quê?
7. O zinco metálico pode reagir com solução aquosa de Mg^{2+}, transformando-se em cátion de zinco (Zn^{2+})? Por quê?
8. De acordo com a tabela, o Li^+ pode ser um agente redutor? Por quê?

Fazendo previsões sobre uma pilha

Analisemos uma pilha construída com os eletrodos $Mg^0 \mid Mg^{2+}$ e $Ag^+ \mid Ag^0$.

Vamos copiar da tabela as semiequações de redução com os respectivos valores de $E°$:

$$Mg^{2+}(aq) + 2\,e^- \longrightarrow Mg^0(s) \quad E° = -2{,}36\ V$$

$$Ag^+(aq) + 1\,e^- \longrightarrow Ag^0(s) \quad E° = +0{,}80\ V$$

O valor mais alto de $E°$ de redução é o do par $Ag^+ \mid Ag^0$, o que indica que os íons Ag^+ têm maior tendência de se reduzir do que os íons Mg^{2+}. Mas, se os íons Ag^+ se reduzem, então o magnésio metálico (Mg^0) se oxida.

No caso do **processo de oxidação**, vamos **inverter a semiequação de redução fornecida e o respectivo valor de *E°***:

$$Mg^0(s) \xrightarrow{\text{oxidação}} Mg^{2+}(aq) + 2\,e^- \qquad E°_{\text{oxidação}} = +2{,}36\ V$$

$$2\,Ag^+(aq) + 2\,e^- \xrightarrow{\text{redução}} 2\,Ag^0(s) \qquad E°_{\text{redução}} = +0{,}80\ V$$

$$\text{Equação global: } Mg^0(s) + 2\,Ag^+(aq) \rightleftharpoons Mg^{2+}(aq) + 2\,Ag^0(s) \qquad \Delta E° = +3{,}16\ V$$

Para calcular o *E°* da pilha, soma-se o $E°$ de oxidação (sempre com sinal contrário ao da redução) com o $E°$ de redução: no caso, o $E°$ da pilha vale 3,16 V ($\Delta E° = 3{,}16$ V). Podemos esquematizar, para uma pilha qualquer:

$$E° = E°_{\text{oxidação}} + E°_{\text{redução}}$$

Algumas observações importantes:

- Note que a semiequação de redução acima foi multiplicada por 2, pois o número de elétrons cedidos na oxidação deve ser sempre igual ao número de elétrons recebidos na redução.
- Multiplicar uma semiequação por 2 não significa mudar o valor de $E°$, uma vez que tal valor corresponde a uma concentração padronizada (1 mol de íons/L de solução). Isto é, **o potencial de eletrodo não é uma grandeza estequiométrica**. Assim, quando se fala no $E°$ de redução do par $Ag^+ \mid Ag^0$, não importa se ele fará parte de uma pilha com $Cu^0 \mid Cu^{2+}$ ou com $Al^0 \mid Al^{3+}$. O que muda são as proporções entre os reagentes:

$$2\,Ag^+(aq) + 1\,Mg^0(s) \longrightarrow 1\,Mg^{2+}(aq) + 2\,Ag^0(s)$$

$$3\,Ag^+(aq) + 1\,Al^0(s) \longrightarrow 2\,Al^{3+}(aq) + 3\,Ag^0(s)$$

- O $E°$ de redução de $Ag^+ \mid Ag^0$ vale +0,80 V nos dois casos, porque, se o potencial de redução é o padrão, fica subentendido que a solução é 1 mol/L (1 mol de íons Ag^+ por litro de solução). O fato de a solução de Ag^+ ter concentração 1 mol/L independe de 1 mol de magnésio consumir 2 mol de Ag^+ ou de 1 mol de alumínio reagir com 3 mol de Ag^+.
- O E da pilha vai se alterando à medida que a pilha é usada, pois o E de seus eletrodos deixa de ser padrão ($E°$). A concentração das soluções muda no decorrer da reação, isto é, deixamos de ter a concentração inicial: 1 mol/L.

Atividades

Não escreva no livro.

- Para resolver os exercícios a seguir, sempre que necessário, consulte a tabela *Potenciais-padrão de redução* presente neste capítulo.

1 Para os itens **a**, **b** e **c** a seguir, esquematize pilhas, indicando os polos positivo e negativo; o cátodo e o ânodo; o sentido dos elétrons no fio que liga os polos, a força eletromotriz da pilha em condições-padrão e as equações químicas de oxidação, de redução e global da pilha.

a) $Zn^0 \mid Zn^{2+}$ e $Ag^+ \mid Ag^0$

b) $Zn^0 \mid Zn^{2+}$ e $Sn^{2+} \mid Sn^0$

c) $Cu^0 \mid Cu^{2+}$ e $Au^{3+} \mid Au^0$

2 Considere os metais zinco, níquel, estanho, prata e cobre. Quais podem reagir com ácidos, originando gás hidrogênio?

3 Considere os metais ouro, prata e níquel. Quais podem reagir com íons de estanho (Sn^{2+}) em solução?

4 Equacione, na forma iônica, as reações possíveis relativas aos metais das questões 2 e 3.

MODERNA

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

A corrosão: um problema a ser enfrentado

Usualmente empregamos o termo **corrosão** para designar o processo de oxidação que ocorre na superfície de um metal, dando origem a íons.

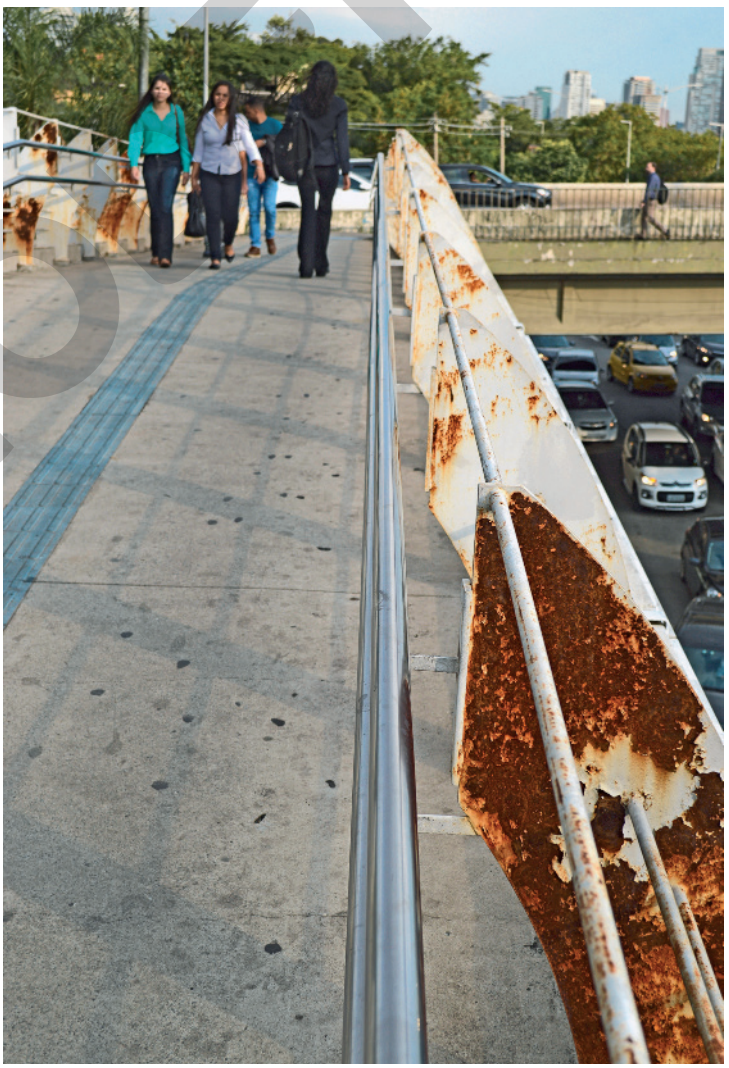
A corrosão tem efeitos negativos sobre bens artístico-culturais da humanidade e efeitos perversos no campo econômico.

Ela causa grandes transtornos e prejuízos financeiros quando atinge, por exemplo, instalações de estruturas metálicas que ficam submersas ou enterradas, como as empregadas em cabos de comunicação e energia elétrica, gasodutos e oleodutos; estruturas metálicas aéreas, como torres de transmissão de energia elétrica usadas em comunicação – transmissão de TV e telefonia –, pontes e viadutos; tanques de armazenamento de produtos diversos; metais usados em meios de transporte (automóveis, ônibus, caminhões, trens, navios, aviões). Em todos esses casos, é desejável que as estruturas metálicas sejam duráveis, por dois motivos principais: **porque o metal corroído pode causar acidentes e porque se trata de equipamentos caros**.

Ainda que sejam complexos os cálculos das perdas provocadas pela corrosão, especialistas estimam que, em países industrializados, elas representem pouco mais de 3,5% do Produto Interno Bruto (PIB), e 25% delas poderiam ser evitadas se fossem implementadas certas medidas, entre as quais a **prevenção à formação da ferrugem** e a utilização de materiais mais adequados a cada situação. Além dos prejuízos financeiros, há os prejuízos indiretos, mais difíceis de quantificar, como os causados pela paralisação acidental de trens e metrôs em razão da corrosão de conexões elétricas, entre outras estruturas (o que leva milhares de pessoas a atrasar-se no trabalho e a perder compromissos, gerando também perdas financeiras e causando estresse).

Quanto aos aspectos ambientais, vale destacar que o Protocolo de Quioto (1997), um dos acordos internacionais para o combate às alterações climáticas e ao aquecimento global, defende o uso de medidas anticorrosivas. Elas seriam uma das formas de controlar a poluição do planeta, uma vez que, diminuindo a corrosão pela ferrugem, aumenta-se a durabilidade dos produtos de aço e, desse modo, reduzem-se os poluentes resultantes dos processos industriais que seriam necessários para repor os produtos deteriorados. Diminuindo a necessidade de substituir os produtos de aço com tanta frequência, seria possível poupar o ambiente: a extração de minérios do solo degrada regiões montanhosas, reduzindo-as a vales.

Como o combate à formação da ferrugem envolve o conhecimento acumulado por profissionais de várias áreas, podemos dizer que as melhores soluções requerem a contribuição de profissionais como químicos, engenheiros químicos, mecânicos, eletricistas e metalurgistas. Os técnicos e engenheiros de metalurgia atuam na produção e transformação de metais e ligas metálicas. Suas pesquisas permitem desenvolver materiais com determinadas características que garantem maior resistência aos processos de corrosão.



DANIEL CYMBALISTA/PULSAR IMAGENS

Detalhe da passarela enferrujada de uma estação de trem no bairro de Pinheiros, em São Paulo (SP), 2018. A corrosão de estruturas como essa pode representar um risco para a população, pois há a possibilidade de cederem.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

EM MOSTRA

Não escreva no livro.

Que condições favorecem o desenvolvimento da ferrugem?

© 2000 JEFF J. DALY/FUNDAMENTAL PHOTOGRAPHS, NYC

Pregos recobertos de ferrugem.

Junte-se a outros estudantes e formem um grupo, conforme orientação do professor, para a realização dessa atividade.

Objetivo

- Analisar as condições que facilitam a formação da ferrugem.

Materiais

- 4 pregos (não recobertos por película incolor)
- 4 frascos de vidro idênticos, transparentes e incolores (por exemplo, frascos de remédio ou condimento), com tampa plástica
- água
- óleo vegetal
- um pedaço de palha de aço
- produto desidratante, como: secantes vendidos em supermercado, cloreto de cálcio anidro (vendido em casas de produtos para a manufatura de perfumes), saquinhos de sílica-gel (presentes em muitos medicamentos, bolsas de couro e produtos eletrônicos)
- sal de cozinha

Procedimento

1. Esfreguem os pregos com a palha de aço.
2. Coloquem um prego em cada frasco.
3. No primeiro frasco, acrescentem água, de modo que o prego fique parcialmente imerso.
4. No segundo, adicionem água e uma pitada de sal de cozinha, recobrindo o prego.
5. No terceiro, coloquem o agente desidratante com o prego; tampem o frasco imediatamente.
6. No quarto frasco, coloquem o óleo recobrindo o prego.
7. Para realizar suas observações, certifiquem-se de que os quatro frascos estejam tampados.

Os pregos podem ser descartados em uma lixeira, após serem devidamente embalados e identificados para evitar acidentes com as pessoas que recolhem e transportam o lixo; os resíduos líquidos podem ser descartados diretamente no ralo de uma pia; já o agente desidratante pode ser guardado em um frasco fechado em local destinado aos materiais usados em experimentos, para futuro reaproveitamento.

Atenção

Nunca coloque os materiais de laboratório na boca ou em contato com outra parte do corpo; não os aspire. Use óculos de segurança e avental de mangas compridas.

Analisem suas observações

1. Observem os frascos depois de três dias e depois de cinco dias. Anotem suas observações.
2. Comparem entre si as observações feitas para os quatro frascos, destacando as condições que favoreceram e as que dificultaram a formação da ferrugem.
3. Formulem algumas hipóteses para explicar o que observaram.
4. O que poderia ser feito para evitar a formação da ferrugem no prego? Discutam entre os grupos as possíveis ações respeitando e valorizando as diferentes opiniões.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Evitando a ferrugem

Com base nas observações feitas no experimento anterior, você deve ter notado a importância da água (umidade do ar) e do sal na formação da ferrugem. Em qualquer amostra de ferro geralmente estão presentes pequenas porções de outros metais (como o Cu^0 e o Sn^0), o que leva à formação de pilhas em que o Fe^0 sofre oxidação, atuando como ânodo, enquanto o outro metal funciona como cátodo. A água tem papel fundamental nesse processo porque permite que os íons presentes se movimentem – a solução eletrolítica formada pelos íons em solução constitui uma ponte salina – e, com isso, torna-se possível "fechar" o circuito elétrico.

A corrosão é um processo eletrolítico em que são formados íons Fe^{2+}, que posteriormente são oxidados a Fe^{3+} pelo oxigênio (O_2). De acordo com as condições, os íons Fe^{3+} podem reagir e formar produtos diferentes, entre os quais a ferrugem, uma forma hidratada de óxido de ferro(III). Como a quantidade de água de hidratação varia, costumamos representá-la pela fórmula $Fe_2O_3 \cdot x\ H_2O$.

Aparentemente, a maneira mais simples de evitar a oxidação do ferro é seu total isolamento do ar, o que pode ser conseguido recobrindo o metal com tintas ou esmaltes, por exemplo. Mas esse processo tem inconvenientes: qualquer pequeno orifício na superfície de cobertura permite que a ferrugem se instale e progrida sob a tinta.

Há outros recursos de proteção cujos mecanismos de funcionamento são diferentes. São eles:

- recobrir o ferro com uma película de estanho;
- associar o ferro a outros metais, como zinco e magnésio.

N-SKY/SHUTTERSTOCK

O zarcão (à base de $Pb_3O_4 = PbO \cdot Pb_2O_3$) é o pigmento alaranjado usado na cobertura de superfícies de ferro antes da tinta, a fim de evitar a ferrugem. Vale lembrar que, sem o recobrimento posterior com tinta, o zarcão representa risco à saúde humana e ao ambiente, pois os íons Pb^{2+} são tóxicos.

Os metais de sacrifício

Associar um metal que tem maior tendência a se oxidar do que o ferro (mais redutor que ele) para protegê-lo é uma forma de fazer com que esse metal se oxide em vez do ferro; nesse caso, o $E°$ de oxidação do metal deve ser maior que o do Fe^0, ou seja, o $E°_{redução}$ tem que ser menor que o $E°$ do par $Fe^{2+} \mid Fe$.

Vamos considerar o que acontece no caso de o metal ser o zinco:

$$Zn^0(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2\,e^- \qquad E°_{oxidação} = +0{,}76\ V$$

$$Fe^{2+}(aq) + 2\,e^- \longrightarrow Fe^0(s) \qquad E°_{redução} = -0{,}44\ V$$

$$Zn^0(s) + Fe^{2+}(aq) \rightleftharpoons Zn^{2+}(aq) + Fe^0(s)$$

Quando o assunto é corrosão, em geral se pensa no problema do ferro, destruído pela ferrugem, e não se dá muita importância à corrosão dos outros metais, como o **alumínio**, de largo emprego e com maior tendência a se oxidar do que o ferro. Por quê?

O produto da oxidação do alumínio, o óxido de alumínio (Al_2O_3), é uma substância branca que adere à superfície do metal como uma camada protetora, evitando a continuidade da oxidação. Isso explica por que, aparentemente, o alumínio não sofre corrosão. No caso da ferrugem, ocorre o contrário: por tratar-se de um material poroso, ela deixa o ferro permanentemente exposto, o que facilita o prosseguimento de sua oxidação – por isso a transformação do ferro é tão evidente.

Metais mais nobres do que o ferro, como a prata e o cobre, podem, na presença de ar contendo sulfeto de hidrogênio (H_2S) e dióxido de carbono (CO_2), oxidar-se formando, respectivamente, o sulfeto de prata (Ag_2S) e o carbonato de cobre(II) hidratado ($CuCO_3 \cdot 5\ H_2O$). Essas substâncias também funcionam como uma camada protetora sobre o metal, ocultando seu brilho.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Pilhas e baterias em nosso cotidiano

A base de funcionamento de pilhas e baterias utilizadas em nosso cotidiano reside em processos de oxirredução, idênticos aos que analisamos até aqui. Mas apresentam modificações vantajosas para o uso diário. Vamos saber mais sobre elas.

Pilhas secas

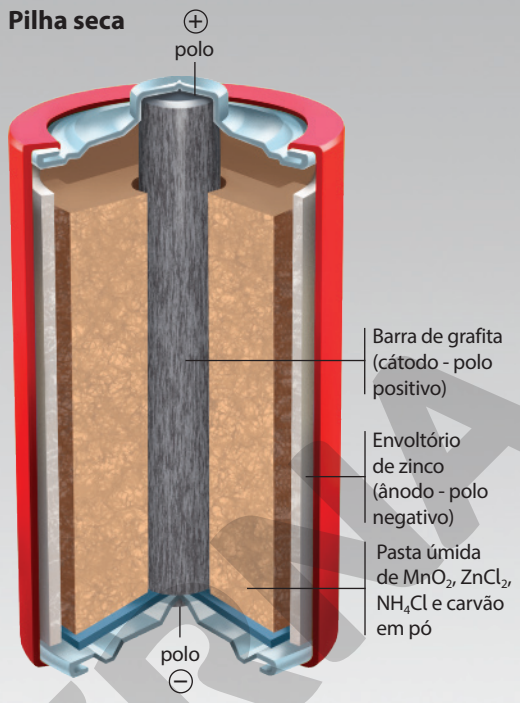
Características: pilha de zinco e carbono (Zn-C) e uma pasta úmida de dióxido de manganês (MnO_2), cloreto de zinco ($ZnCl_2$), cloreto de amônio (NH_4Cl) e carvão em pó. ΔV aproximada: 1,5 V.

Vantagem: preço baixo.

Desvantagens: recarga - impossível; ΔV cai com o uso.

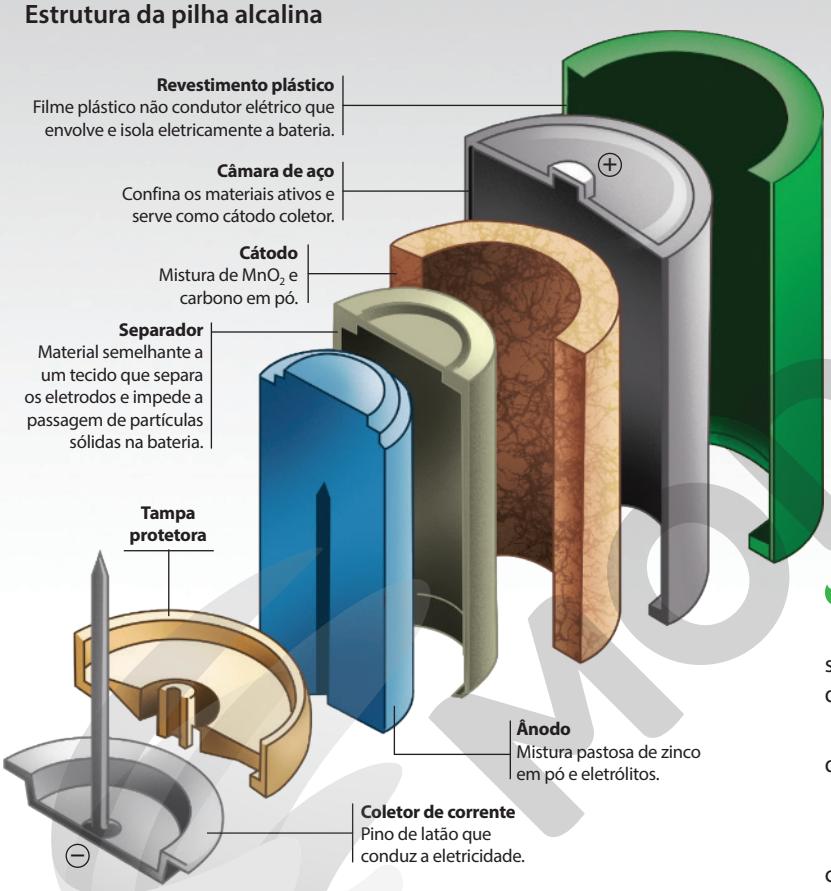
Curiosidades: inventadas em 1866 pelo francês George Leclanché (1839-1882), continuam sendo usadas até hoje.

Pilha seca



Representação esquemática, em corte, de uma pilha seca. (Fora de proporção; cores fantasia.)

Estrutura da pilha alcalina



Representação esquemática simplificada, em corte, de uma pilha alcalina. (Fora de proporção; cores fantasia.)

Pilhas alcalinas

Características: semelhante às pilhas secas, substituindo NH_4Cl por hidróxido de potássio (KOH), daí o uso do adjetivo "alcalina".

Vantagens: durabilidade e ΔV maiores que as das pilhas secas.

Desvantagem: recarga impossível.

Curiosidades: Lewis Frederick Urry (1927-2004) criou o primeiro protótipo comercializável em 1959.

Pilhas de mercúrio

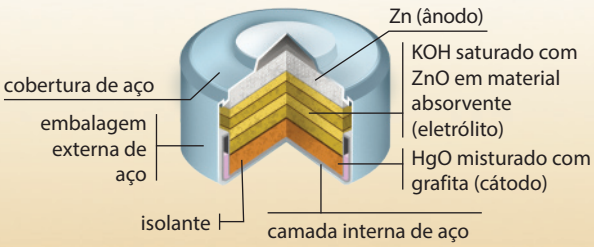
Características: óxido de mercúrio (HgO) e zinco (Zn) em pó compactado e pasta umedecida de hidróxido de sódio (NaOH) ou hidróxido de potássio (KOH). ΔV: 1,35 V.

Vantagens: compactas, duráveis e mantêm a voltagem com o uso.

Desvantagens: não permitem recarga e contêm íons Hg^{2+}, que são tóxicos.

Curiosidades: apesar de conhecidas há 100 anos, seu uso se disseminou durante a Segunda Guerra Mundial com modificações que permitiram ganhar em durabilidade e manutenção da tensão.

Pilha de mercúrio



Representação esquemática, em corte, de uma pilha de mercúrio. (Fora de proporção; cores fantasia.)

ILUSTRAÇÕES: MARCOS FARRELL

MODERNA

O termo bateria inicialmente foi usado para designar um conjunto de pilhas ligadas em série. Hoje em dia, porém, até pilhas unitárias são chamadas de baterias, em especial quando podem ser recarregadas e utilizadas novamente, como as de telefones sem fio e celulares. Sem dúvida, do ponto de vista econômico e ambiental, as baterias que podem ser recarregadas diversas vezes são mais vantajosas do que pilhas comerciais, que não permitem recarga.

Baterias de chumbo

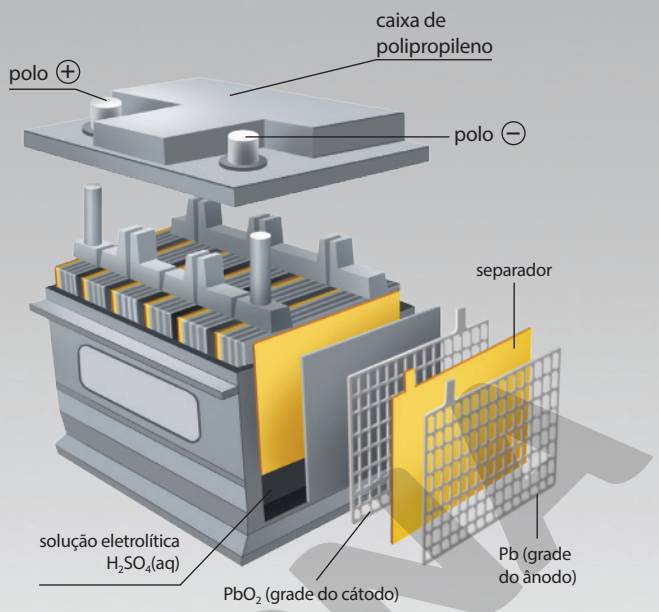
Características: 6 pilhas de 2 V ligadas em série, contendo placas de chumbo (Pb)-dióxido de chumbo (PbO_2) e ácido sulfúrico (H_2SO_4) utilizada comumente em automóveis.

Vantagem: recarregadas conforme o veículo se movimenta.

Desvantagem: seus resíduos são tóxicos, devido à presença de chumbo; por isso, devem ser reciclados.

Curiosidades: inventadas por Gaston Planté (1834-1889), são conhecidas há mais de 150 anos.

Bateria de chumbo



Representação esquemática, em corte, de uma bateria de chumbo automotiva. (Fora de proporção; cores fantasia.)

Baterias de níquel-cádmio

Características: formadas por NiO(OH)-cádmio (Cd) e um eletrólito básico, como hidróxido de potássio (KOH).

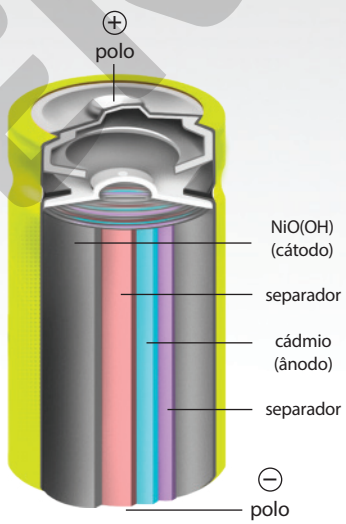
Vantagens: recarregáveis, leves e mais baratas do que as baterias de NiMh e as de lítio.

Desvantagens: resíduos tóxicos, devido ao cádmio, e possuem "efeito memória".

Curiosidades: se for colocada para recarregar sem que sua carga se esgote, acumula pouca energia, limitação conhecida como "efeito memória".

As baterias de hidreto-metálico de níquel (representadas por Ni-MH), desenvolvidas posteriormente, são menos tóxicas e menos sujeitas aos "efeitos de memória".

Bateria de níquel-cádmio



Representação esquemática, em corte, de uma bateria de níquel-cádmio. (Fora de proporção; cores fantasia.)

Baterias de lítio

Características: dois tipos de baterias de lítio são mais comuns: as de íon-lítio (Li-íon) – descobertas no início da década de 1970 – e as de polímero de lítio (Li-Po).

Vantagens: são recarregáveis, têm alto ciclo de vida e não possuem "efeito memória".

Desvantagem: preço elevado.

Diferentes tipos de bateria de lítio.

FOTOS: ALEXANDER MAHMOUD/NOBEL MEDIA

O Nobel de Química de 2019 foi atribuído aos cientistas Michael Stanley Whittingham (1941-), John Bannister Goodenough (1922-) e Akira Yoshino (1948-) pelo desenvolvimento das baterias de íon-lítio, hoje usadas em dispositivos eletrônicos portáteis (como celulares e *tablets*) e em carros elétricos e híbridos.

ILUSTRAÇÕES: MARCOS FARRELL

Fontes para elaboração do infográfico: CHANG, R.; GOLDSBY, K. A. *Chemistry*. 12th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2016; *Energizer*. Disponível em: <https://www.energizer.com/about-batteries/what-is-in-a-battery>; BOCCHI, N.; FERRACINI, L. C.; BIAGGIO, S. R. Pilhas e baterias: funcionamento e impacto ambiental. *Qnesc*, n. 11, maio 2000. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf>; Comercial Galvanic Cells. *LibreTexts*. Disponível em: <https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Analytical_Chemistry/Supplemental_Modules_(Analytical_Chemistry)/Electrochemistry/Exemplars/Commercial_Galvanic_Cells>. **Acessos em:** 27 abr. 2020.

MODERNA

Se necessário, esclareça que o mercúrio é o único metal líquido nas condições do ambiente, com enorme capacidade de se unir a outros metais e formar ligas, chamadas de **amálgamas**. É usado no garimpo do ouro para juntar os minúsculos grãos de ouro de modo que possam ser separados de outros materiais (terra, por exemplo).

Não escreva no livro.

Os perigosos íons de metais pesados

Os sais constituídos por cátions de metais pesados, como cádmio (Cd^{2+}), mercúrio (Hg^{2+}), cobre (Cu^{2+}) e chumbo (Pb^{2+}), presentes em algumas pilhas que vimos anteriormente, são tóxicos porque fazem com que as ligações dissulfeto (—S—S—) das proteínas se rompam, provocando sua **desnaturação**.

A desnaturação de uma proteína é um processo que pode ocorrer quando a proteína tem suas estruturas secundárias, terciárias ou quaternárias alteradas, ou quando as estruturas primárias têm suas ligações peptídicas (—CO—NH—) rompidas. Nas células vivas, a desnaturação pode ser revertida apenas quando ocorre em pequena extensão.

A intoxicação por mercúrio é uma das mais graves, como veremos a seguir.

A tragédia de Minamata

A "doença de Minamata" é uma intoxicação aguda por íons de mercúrio(II), Hg^{2+}. No caso que lhe deu nome, foi provocada pela ingestão de peixe contaminado e levou centenas de pessoas à morte. Em muitas outras causou insanidade, problemas ósseos e de visão, entre outros; houve ainda muitos casos de mães intoxicadas que geraram bebês com graves problemas de malformação.

A tragédia foi causada pelos efluentes lançados por uma indústria química na região da baía de Minamata (Japão), em meados do século XX. A indústria teve suas atividades interrompidas em 1968, após intervenção governamental. Apenas no final do século XX a baía de Minamata foi declarada livre dos íons tóxicos; com isso, os peixes, até então barrados por uma rede que os impedia de circular pela água poluída, voltaram a nadar livremente.

Um caso brasileiro

No Brasil, chama a atenção a contaminação por mercúrio na região amazônica. Os garimpos, nos quais o ouro é extraído por meio do amálgama de mercúrio, contaminaram as águas e a vegetação da região ao longo das últimas décadas; estima-se que, até os anos 1990, 2 mil toneladas de mercúrio já tinham sido lançadas nos solos, nos rios e na atmosfera da região.

O aquecimento do amálgama, feito com maçarico, é uma prática adotada nos garimpos amazônicos para remover o mercúrio da mistura. O vapor de mercúrio liberado contamina o ambiente, convertendo-se parcialmente em um cátion orgânico, o metilmercúrio, $[Hg(CH_3)]^+$. Essa espécie química, bastante tóxica, vai se acumulando ao longo da cadeia alimentar (veja o esquema mais adiante). A ingestão de peixes contaminados é a principal causa de intoxicação por mercúrio da população ribeirinha dessa região, o que inclui populações indígenas.

Como o íon metilmercúrio encontrado nos peixes é bem absorvido por nosso organismo (absorção superior a 95%), a contaminação torna-se mais séria do que no caso da ingestão de formas inorgânicas de mercúrio (metal, óxidos e sais de mercúrio).

As concentrações de metilmercúrio são maiores no sangue do que em qualquer outro líquido do corpo. O sangue materno contaminado por mercúrio atinge o feto por meio da placenta, causando malformações congênitas, pois a concentração dessa espécie no feto pode atingir um valor 30% superior à encontrada na gestante. A contaminação também pode ocorrer por meio da amamentação.

Recorre-se à análise de fios de cabelo ou da urina para avaliar o nível de contaminação de um ser humano com mercúrio. Em várias regiões amazônicas, a análise de fios de cabelo revela índices superiores a valores de concentração de mercúrio, muito acima do limite aceitável sugerido pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

DELFIM MARTINS/PULSAR IMAGENS

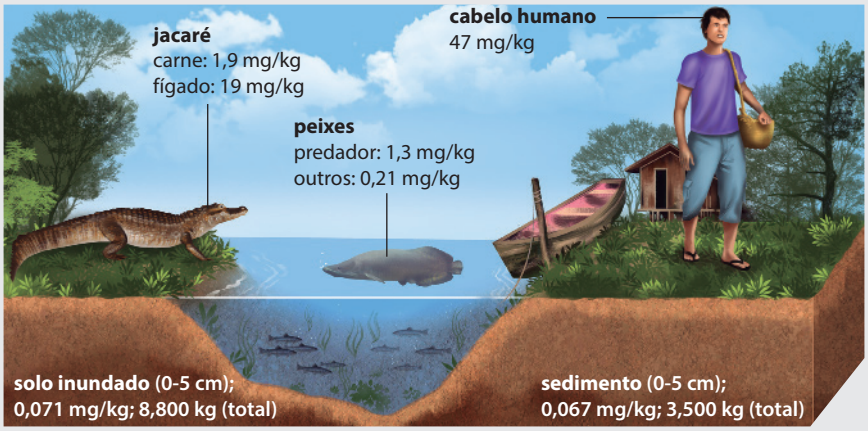
Populações indígenas, como os Caiapó da aldeia Moikarako, sofreram e ainda sofrem as consequências do garimpo com o uso de mercúrio. Na fotografia, indígenas da aldeia Moikarako, São Felix do Xingu (PA), 2016.

Continua

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Continuação



MARCOS FARRELL

Esquema da concentração em massa de mercúrio (Hg) e do total acumulado desse metal no reservatório de Tucuruí (PA). Ele mostra que os peixes grandes acumulam maiores concentrações de mercúrio (1,3 mg de Hg/kg) do que os peixes que lhes servem de alimento. O jacaré e o ser humano, como estão mais acima na cadeia alimentar, acumulam concentrações ainda mais altas. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: LACERDA, L. D.; MENESES, C. F. de. O mercúrio e a contaminação dos reservatórios no Brasil. Revista *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, v. 19, n. 110, jun. 1995.

1. A respeito da contaminação de populações ribeirinhas na região amazônica, leia a notícia a seguir.

.....

Estudioso dos ciclos químicos do mercúrio na bacia Amazônica há 30 anos, o norte-americano Bruce Forsberg diz que pessoas contaminadas sofrem uma queda gradual na capacidade motora.

"São pessoas que sobrevivem da pesca e estão perdendo a destreza das mãos", afirma.

Segundo o pesquisador, os estudos não apontam em que momento os sinais aparecem.

O pesquisador do Instituto de Química da Unesp Vinícius Marques Gomes diz que o sistema nervoso central é o alvo de metilmercúrio e a falta de coordenação motora é o primeiro sinal clínico.

Surdez e perda visual, olfativa e do paladar são consequências da intoxicação e, dependendo do tempo de exposição, os sintomas são irreversíveis. [...]

BRASIL, K. Sintomas da exposição ao mercúrio podem ser irreversíveis. *Folha de S.Paulo*, 30 set. 2012. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/equilibrioesaude/1161251-sintomas-da-exposicao-ao-mercurio-podem-ser-irreversiveis.shtml>. Acesso em: 18 abr. 2020.

Converse com os colegas e o professor.

a) Que graves consequências estão implicadas na afirmação feita no segundo parágrafo?

b) O fato de não ser possível fixar o momento em que os sintomas da intoxicação começarão a aparecer torna mais difícil a solução do problema. Por quê?

2. Sugira maneiras de acabar com a contaminação por mercúrio na região amazônica. Para isso, faça uma pesquisa em jornais, revistas ou na internet.

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

1. Forme um grupo com quatro colegas para pesquisar os tipos de pilha e de bateria mais usados no Brasil atualmente. Para cada tipo, registrem:

- os componentes;
- as reações químicas envolvidas na produção de eletricidade;
- as vantagens;
- os problemas ambientais decorrentes do uso e do descarte irregular de pilhas e baterias;
- a legislação ambiental vigente relativa ao uso, ao descarte e ao reaproveitamento dos resíduos;
- os riscos à saúde dos trabalhadores que produzem pilhas e baterias e as formas como o Estado brasileiro os protege desses riscos.

Com base na pesquisa, converse com os colegas de grupo sobre os seguintes temas:

- vantagens e desvantagens de cada tipo de gerador;
- necessidade de obtenção de energia × preservação do ambiente: o que é mais importante?;
- relação entre consumismo e produção excessiva de lixo tóxico.

Ao final, registrem as principais conclusões a que chegaram e, sob orientação do professor, elaborem um infográfico com as informações que julgarem interessantes sobre o ciclo de vida das pilhas e baterias para ser compartilhado nas redes sociais.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Eletrólise

Como estudamos anteriormente, a ferrugem é um problema que é ainda mais sério em regiões litorâneas, onde, não se restringindo à superfície de objetos e peças metálicas, põe em risco estruturas da construção civil e compromete a sustentação de prédios, pontes e outras construções.

Uma alternativa para tratar o aço, evitando sua corrosão eletroquímica, consiste em recobri-lo com um metal que o proteja do contato com o oxigênio e a umidade. Nesse processo, procura-se fazer com que o metal usado como proteção cubra perfeitamente a superfície do aço, de modo que não reste nenhum orifício por onde os reagentes do processo de corrosão entrem em contato com ele.

O processo eletroquímico empregado nesse recobrimento, para evitar a corrosão de metais, é chamado **galvanização**. Ele também é usado para embelezar uma peça; é o caso do recobrimento de brincos e outros objetos de adorno com ouro. Na imagem abaixo, o recobrimento eletroquímico por ouro de uma Estatueta do Oscar. Uma curiosidade: até 2015, a estatueta era feita em liga de estanho e recoberta com ouro 14 quilates. A partir de 2016, ela passou a ser feita em bronze e recoberta com ouro 24 quilates.

SCOTT OLSON/GETTY IMAGES

Na fotografia, a douração da Estatueta do Oscar, usada para premiar anualmente os escolhidos pela Academia de Artes e Ciências Cinematográficas de Hollywood. Chicago (Estados Unidos), 2007.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Chamamos de **eletrólise** a **reação de oxirredução não espontânea**, que é possível graças ao recebimento de energia elétrica fornecida ao sistema em reação por um gerador elétrico. Tal sistema é denominado célula eletrolítica.

Considere a eletrólise do composto iônico cloreto de níquel(II), $NiCl_2$, em solução aquosa:

$$Ni^{2+}(aq) + 2\,Cl^{-}(aq) \xrightarrow{\text{corrente elétrica}} Ni^{0}(s) + Cl_2(g)$$

Nesse processo, os cátions Ni^{2+} sofrem redução e os ânions Cl^{-}, oxidação. A eletrólise é, portanto, uma reação de oxirredução.

Analise o esquema a seguir, supondo os íons Ni^{2+} e Cl^{-} em solução no interior da cuba eletrolítica.

Na eletrólise, a ligação entre os polos da bateria (**gerador**) e os eletrodos da cuba eletrolítica (**receptor**) é feita por fios metálicos, nos quais circulam elétrons. O circuito é fechado por eletrólitos que conduzem corrente elétrica, graças ao movimento de íons.

O gerador fornece uma diferença de potencial elétrico capaz de forçar os ânions do receptor a ceder elétrons ao polo negativo e os cátions a receber elétrons do polo positivo.

Resumindo:

- o **polo positivo** do receptor (cuba eletrolítica) **atrai os ânions** cloreto (Cl^-), que aí se oxidam, perdendo elétrons. Esses elétrons se deslocam pelo fio metálico, voltando ao gerador para depois seguir em direção ao polo negativo do receptor. Por atrair ânions, o **polo positivo** é o **ânodo**;
- o **polo negativo atrai os cátions** (Ni^{2+}), que nele sofrem redução, recebendo elétrons provenientes do gerador. Por atrair cátions, o **polo negativo** é o **cátodo**.

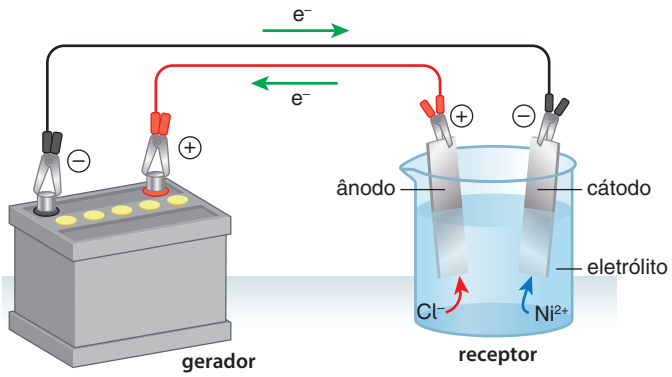


ILUSTRAÇÃO: NELSON MATSUDA

Representação esquemática do processo de eletrólise do $NiCl_2$ em solução aquosa. (Fora de proporção; cores fantasia.)

Cuba eletrolítica

chegam **e**⁻ no RECEPTOR →	cátodo ⊖	← chegam **cátions** Ni^{2+} do ELETRÓLITO	$Ni^{2+} + 2\,e^- \rightarrow Ni^0$ | REDUÇÃO
← saem **e**⁻ do RECEPTOR	ânodo ⊕	← chegam **ânions** Cl^- do ELETRÓLITO	$2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2\,e^-$ | OXIDAÇÃO

O processo de recobrimento de uma superfície por níquel metálico é chamado **niquelação**. Talvez você não identifique facilmente objetos niquelados, mas é provável que reconheça peças cromadas. A **cromação** (recobrimento por crômio), além de melhorar o aspecto de objetos metálicos, é muito útil para aumentar a durabilidade do aço.

Mas qual é a relação entre os objetos niquelados e os cromados?

Tanto na niquelação quanto na cromação recorre-se à eletrólise de soluções que contêm cátions do metal (níquel ou crômio) com o qual se pretende recobrir outro metal. No entanto, não é simples fazer o recobrimento eletrolítico de aço por crômio, porque ele não adere firmemente ao aço. Por isso, para que um metal seja cromado, antes ele deve ser niquelado. Isso explica por que chaves, torneiras e outros objetos, após certo tempo de uso, podem "descascar": a camada externa que "descasca" é de crômio, e por baixo dela se vê a camada de níquel.

ROMAN SAMOKHIN/SHUTTERSTOCK

Torneira cromada.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Não escreva no livro.

Faraday

A primeira metade do século XIX foi marcante para o desenvolvimento da Química como Ciência. Nesse período, destacaram-se os trabalhos de vários cientistas, entre eles o britânico Michael Faraday (1791-1867).

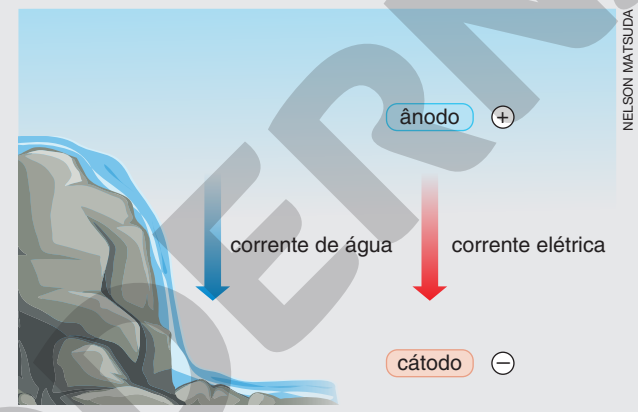
No trabalho que publicou em 1834, que reunia seus estudos de três anos sobre as leis da Eletrólise, Faraday introduziu o vocabulário básico da Eletroquímica, usando pela primeira vez os termos **ânodo**, **cátodo**, **íons**, **eletrodo**, **eletrólito** e **eletrólise**.

O termo **íon** (do grego, "viajante; que anda") foi introduzido por Faraday para designar cada parte de um composto que sofre descarga nos eletrodos. No entanto, os íons de Faraday ainda eram representações imprecisas em relação às atuais, que só puderam ser estabelecidas após a Teoria da Dissociação de Arrhenius (1884). Por exemplo, no caso do sulfato de sódio (Na_2SO_4), os íons, segundo Faraday, eram NaO^+ e SO_2^- (com base nos estudos anteriores de Berzelius), em vez de Na^+ e SO_4^{2-}, como se sabe hoje. De qualquer forma, sem o trabalho de Faraday, os estudos de outros cientistas, como os de Svante August Arrhenius (1859-1927), não teriam a dimensão que alcançaram.

A palavra **eletrodo** (do grego, "rota da eletricidade") serviu para designar os bastões onde ocorrem a oxidação e a redução e que eram imersos no líquido usado na célula eletrolítica.

Os termos **ânodo** ("estrada alta") e **cátodo** ("estrada baixa"), ambos de origem grega, foram adotados por analogia do movimento das cargas elétricas com o de uma corrente de água. Segundo propusera Benjamin Franklin (1706-1790), em 1752, a eletricidade flui do polo positivo para o negativo. Consequentemente, assim como a água se movimenta do local mais alto para o mais baixo, a corrente elétrica iria do ânodo (polo positivo da cuba eletrolítica) para o cátodo (polo negativo, no caso da eletrólise). Mais tarde, descobriu-se que o movimento efetivo não é o das cargas positivas, mas sim o de elétrons que fluem do polo positivo (ânodo da eletrólise) para o polo negativo (cátodo da eletrólise).

Faraday foi um pesquisador extremamente dedicado e acabou atingindo importância científica maior do que a do químico inglês sir Humphry Davy, seu antigo mestre. Ao lado de sir Isaac **Newton** (1643-1727), Galileu **Galilei** (1564-1642) e James Clerk **Maxwell** (1831-1879), foi considerado por Albert **Einstein** (1879-1955) um dos maiores físicos de todos os tempos.



NELSON MATSUDA

Representação esquemática da analogia adotada por Faraday ao introduzir os termos ânodo e cátodo. (Fora de proporção; cores fantasia.)

1. Recupere ao longo do capítulo as datas das descobertas relativas à eletricidade e à eletroquímica (relação entre a passagem da corrente elétrica e as transformações químicas) e elabore uma linha do tempo do assunto.

Eletrólise ígnea e em solução aquosa

Para que uma reação de eletrólise ocorra, é necessária a presença de íons com mobilidade e em quantidade suficiente para que a corrente elétrica possa fluir através dela.

Há dois tipos de eletrólise:

- **em solução aquosa:** como mostrado anteriormente;
- **ígnea:** quando a eletrólise de um composto iônico ocorre acima de sua temperatura de fusão (nessa situação, o composto iônico encontra-se no estado líquido).

Observe a seguir um exemplo de uma eletrólise ígnea.

Eletrólise ígnea do cloreto de sódio

Vamos analisar a eletrólise do componente básico do sal comum, o cloreto de sódio, NaCl, no estado líquido.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

$\ominus$ cátodo: $Na^+(l) + \cancel{e^-} \xrightarrow{\text{redução}} Na^0(s)$

$\oplus$ ânodo: $Cl^-(l) \xrightarrow{\text{oxidação}} \frac{1}{2}\overset{0}{Cl_2}(g) + \cancel{e^-}$

Equação global: $Na^+(l) + Cl^-(l) \xrightarrow{\text{eletrólise}} Na^0(s) + \frac{1}{2}\overset{0}{Cl_2}(g)$

A eletrólise ígnea do cloreto de sódio (NaCl) requer uma voltagem mínima de 4,07 V para ocorrer, pois ela engloba:

redução do Na^+ $\quad E^\circ_{\text{redução}} = -2{,}71$ V

oxidação do Cl^- $\quad E^\circ_{\text{oxidação}} = -1{,}36$ V

A ddp (diferença de potencial) do processo é negativa (−4,07 V), indicando que o sistema formado pelo NaCl líquido necessita receber energia elétrica, isto é, trata-se de um receptor (reação não espontânea). Assim, para forçar a ocorrência dessa reação, temos de aplicar uma ddp superior a esse valor.

Atividades

Não escreva no livro.

1 Equacione os processos do cátodo, do ânodo e da reação global da eletrólise ígnea dos compostos abaixo. Não se esqueça de equilibrar as cargas elétricas.

a) KI(l).

b) $AlBr_3$(l).

2 Considere os conjuntos de íons a seguir. Indique qual das espécies químicas se reduz mais facilmente no cátodo de uma célula eletrolítica. Consulte os valores dos potenciais de redução na tabela presente neste capítulo.

a) H^+, Cu^{2+}, Fe^{2+}. b) Zn^{2+}, Ag^+, H^+.

3 A descoberta de alguns elementos químicos só foi possível com os estudos sobre os fenômenos eletrolíticos. Faça uma pesquisa e construa uma tabela identificando três elementos químicos descobertos por eletrólise, o ano e a quem é creditada cada uma dessas descobertas. Compartilhe, sob orientação de seu professor, as informações obtidas.

Fique por dentro

Internet

A ascensão dos elétricos

<https://revistapesquisa.fapesp.br/a-ascensao-dos-eletricos/>

Artigo de Raul Fernando Beck. Considerando que, segundo dados de estudos internacionais citados pelo autor, prevê-se que os automóveis movidos a eletricidade deverão representar 16% da frota mundial até 2030, discutem-se os impactos ambientais na produção desses veículos e dos híbridos (combinação de motor elétrico e a combustão), inclusive quanto à liberação de gases intensificadores do efeito estufa, comparados aos veículos a combustão. Variações de acordo com a matriz energética de cada país são analisadas nesse contexto.

Baterias mais eficientes

<https://revistapesquisa.fapesp.br/baterias-mais-eficientes/>

Partindo do pressuposto de que há uma tendência mundial de aumento do número de veículos movidos a eletricidade, é muito importante lidar com a maior limitação tecnológica para que eles tenham mais autonomia: as baterias. Um dos maiores desafios é o de ampliar a carga elétrica acumulada por elas.

Com avanços lentos, bateria ainda é o ponto fraco de um futuro tecnológico

<https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2018/03/13/sem-uma-bateria-decente-nao-ha-energia-renovavel-que-resolva.htm>

Texto que aborda a ideia de que, sem baterias mais eficientes quanto ao armazenamento e ao preço, entre outros fatores, o desenvolvimento tecnológico fica comprometido.

Acessos em: 16 jun. 2020.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Não escreva no livro.

1 (Enem) Utensílios de uso cotidiano e ferramentas que contêm ferro em sua liga metálica tendem a sofrer processo corrosivo e enferrujar. A corrosão é um processo eletroquímico e, no caso do ferro, ocorre a precipitação do óxido de ferro(III) hidratado, substância marrom pouco solúvel, conhecida como ferrugem. Esse processo corrosivo é, de maneira geral, representado pela equação química:

$$4\ Fe(s) + 3\ O_2(g) + 2\ H_2O(l) \longrightarrow \underbrace{2\ Fe_2O_3 \cdot H_2O\ (s)}_{\text{ferrugem}}$$

Uma forma de impedir o processo corrosivo nesses utensílios é

a) renovar sua superfície, polindo-a semanalmente.

b) evitar o contato do utensílio com o calor, isolando-o termicamente.

c) impermeabilizar a superfície, isolando-a de seu contato com o ar úmido.

d) esterilizar frequentemente os utensílios, impedindo a proliferação de bactérias.

e) guardar os utensílios em embalagens, isolando-os do contato com outros objetos.

2 (Enem) A revelação das chapas de raios X gera uma solução que contém íons prata na forma de $Ag(S_2O_3)_2^{3-}$. Para evitar a descarga desse metal no ambiente, a recuperação de prata metálica pode ser feita tratando eletroquimicamente essa solução com uma espécie adequada. O quadro apresenta semirreações de redução de alguns íons metálicos.

Semirreação de redução	E^o(V)
$Ag(S_2O_3)_2^{3-}(aq) + e^- \rightleftharpoons Ag(s) + 2\ S_2O_3^{2-}(aq)$	+0,02
$Cu^{2+}(aq) + 2\ e^- \rightleftharpoons Cu(s)$	+0,34
$Pt^{2+}(aq) + 2\ e^- \rightleftharpoons Pt(s)$	+1,20
$Al^{3+}(aq) + 3\ e^- \rightleftharpoons Al(s)$	−1,66
$Sn^{2+}(aq) + 2\ e^- \rightleftharpoons Sn(s)$	−0,14
$Zn^{2+}(aq) + 2\ e^- \rightleftharpoons Zn(s)$	−0,76

BENDASSOLLI, J. A. *et al*. Procedimentos para a recuperação de Ag de resíduos líquidos e sólidos. *Química Nova*, v. 26, n. 4, 2003 (adaptado).

Das espécies apresentadas, a adequada para essa recuperação é

a) Cu(s).

b) Pt(s).

c) $Al^{3+}(aq)$.

d) Sn(s).

e) $Zn^{2+}(aq)$.

3 (Enem)

Alimentos em conserva são frequentemente armazenados em latas metálicas seladas, fabricadas com estanho, metal brilhante e de difícil oxidação. É comum que a superfície interna seja ainda revestida por uma camada de verniz à base de epóxi, embora também existam latas sem esse revestimento, apresentando uma camada de estanho mais espessa.

SANTANA, V. M. S. A leitura e a química das substâncias. *Cadernos PDE*. Ivaiporã: Secretaria de Estado da Educação do Paraná (SEED); Universidade Estadual de Londrina, 2010 (adaptado).

Comprar uma lata de conserva amassada no supermercado é desaconselhável porque o amassado pode

a) alterar a pressão no interior da lata, promovendo a degradação acelerada do alimento.

b) romper a camada de estanho, permitindo a corrosão do ferro e alterações do alimento.

c) prejudicar o apelo visual da embalagem, apesar de não afetar as propriedades do alimento.

d) romper a camada de verniz, fazendo com que o metal tóxico estanho contamine o alimento.

e) desprender camadas de verniz, que se dissolverão no meio aquoso, contaminando o alimento.

- Forme um grupo com alguns colegas para fazer as atividades **4** e **5**.

4 Leiam os trechos das reportagens abaixo.

Segundo dados da Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alumínio (Abralatas) e da Associação Brasileira do Alumínio (Abal), houve aumento de 13,7% na comercialização de latas desse material em 2019, na comparação com o ano anterior – aproximadamente 30 milhões. Com a taxa de reciclagem de 96,9%, o Brasil é um dos países que mais reaproveitam esse tipo de embalagem. Em números exatos: das 330,3 mil toneladas de latas que foram comercializadas no período, 319,9 mil toneladas foram recicladas. Se comparado a 2017, o consumo de latas cresceu 8,7% e o aumento foi acompanhado pela reciclagem, que avançou 8,1%. [...] os índices brasileiros são equivalentes apenas a países como Alemanha, Noruega, Finlândia e Bélgica. [...]

PAULA, M. Latinhas de alumínio: preferência nacional. *IstoÉ dinheiro*. 27 mar. 2020. Disponível em: <https://www.istoedinheiro.com.br/latinhas-de-aluminio-preferencia-nacional/>. Acesso em: 19 abr. 2020.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

A reciclagem do alumínio alia uma combinação única de vantagens. Dentre seus benefícios podem ser destacados a importância da atividade no aspecto sustentável da indústria do alumínio, representado pela economia de energia elétrica e da bauxita (minério que origina o alumínio primário) e a geração de renda a um número de famílias que vivem da atividade.

O processo de reciclagem utiliza apenas 5% da energia elétrica e, segundo dados do *International Aluminium Institute* (IAI), libera somente 5% das emissões de gás de efeito estufa quando comparado com a produção de alumínio primário. O processo diminui o volume de lixo gerado que teria como destino os aterros sanitários. [...]

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO (Abal). *Por que reciclar?* Disponível em: <http://abal.org.br/sustentabilidade/reciclagem/por-que-reciclar/>. Acesso em: 19 abr. 2020.

Para fabricar o alumínio a partir da bauxita separam-se os componentes desse minério da alumina, que é refinada e passa por diversos processos, como moagem, filtração e eletrólise. Pesquisem como é feita a produção do alumínio por reciclagem no Brasil e respondam às questões:

a) Como é realizada a coleta de alumínio no país? Quais são os principais atores desse processo e de que forma ele acontece?

b) Citem alguns problemas sociais enfrentados pelas pessoas que realizam a coleta de materiais recicláveis como o alumínio.

c) Como a coleta seletiva de lixo, feita em ampla escala, poderia influenciar nossa produção de alumínio? Sugiram formas de melhorar a qualidade de vida de catadores, numa situação em que todo o lixo fosse recolhido por meio de coleta seletiva.

5 Leia a seguinte afirmação e responda ao que se pede.

"A reciclagem do alumínio é uma forma sustentável de produção do alumínio."

a) Expliquem o significado do adjetivo "sustentável" na afirmação acima. Pesquisem, se necessário.

b) O que torna a produção do alumínio por reciclagem uma prática sustentável?

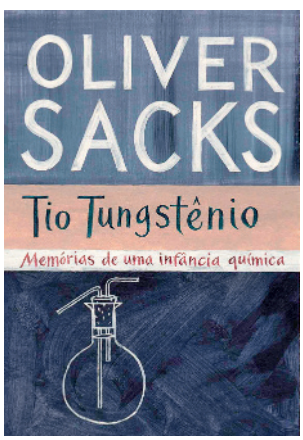
c) Expliquem por que não se pode considerar essa afirmação totalmente verdadeira nas condições em que a reciclagem de alumínio é realizada no Brasil, se levarmos em conta o conceito de sustentabilidade.

Próximos passos

Neste capítulo, vimos que certas reações químicas geram energia elétrica e, inversamente, a energia elétrica propicia uma série de reações químicas. Leia o fragmento a seguir:

[...] Eu também podia decompor a água, se fosse salgada ou acidulada, usando a pilha de Daniell como fonte de força. Lembro o prazer extraordinário que sentia ao decompor um pouco de água em uma taça para ovos quentes, vendo-a separar-se em seus elementos, o oxigênio em um eletrodo, o hidrogênio no outro. A eletricidade de uma pilha de 1 volt parecia tão fraca, e no entanto podia ser suficiente para desfazer um composto químico, decompor água [...]

SACKS, O. *Tio Tungstênio*: memórias de uma infância química. São Paulo: Cia. das Letras, 2002.



REPRODUÇÃO

Livro *Tio Tungstênio*, de Oliver Sacks.

O trecho faz parte do romance de Oliver Sacks e relata a obtenção de substâncias relativas aos elementos químicos que compõem a água (reação de decomposição da água) por eletrólise.

- Por que a água tinha que ser acidulada ou salgada? Quais são as substâncias produzidas na reação? Elas são simples ou compostas?

Tanto a geração de eletricidade em larga escala quanto a produção e o descarte inadequado de pilhas e baterias acarretam impactos nos ecossistemas. No próximo capítulo você vai aprofundar seus conhecimentos sobre biomas e ecossistemas, além de relacionar muitas dessas ações humanas aos impactos ambientais.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

CAPÍTULO

3

Biodiversidade no mundo e no Brasil

Veja respostas e comentários para as atividades do capítulo no **Suplemento do Professor**.

BNCC:
EM13CNT104
EM13CNT202
EM13CNT203
EM13CNT206
EM13CNT303

Saliente que o processo de sucessão ecológica ocorre em ecossistemas de diferentes escalas, desde um jardim até um bioma. Além disso, pode ocorrer de forma periódica em ambientes que sofrem perturbações cíclicas.

Para começo de conversa

A formação de ecossistemas envolve um constante fluxo de energia, bem como a reciclagem de matéria. À medida que a vegetação se desenvolve, aumentam a quantidade de matéria orgânica e a produção fotossintética. Ao longo desse processo, o ambiente aumenta sua complexidade: novas espécies se estabelecem e teias alimentares se estruturam. A reciclagem de nutrientes garante o retorno ao ambiente dos componentes fundamentais para o estabelecimento da vida. Nesse percurso, denominado **sucessão ecológica**, energia e matéria são fundamentais.

Observando esses processos, a humanidade desenvolveu técnicas como a agricultura, que depende essencialmente de captura de energia e produção de biomassa. Parte dessa produção é destinada às populações humanas na forma de alimentos e matérias-primas. Outras culturas são utilizadas como fontes de energia, como plantações de cana-de-açúcar destinadas à produção de etanol.

O que ocorre com uma comunidade ecológica após um distúrbio não previsto no ambiente? Como varia a quantidade de biomassa e de diversidade ao longo de um processo de sucessão ecológica? Que fatores determinam a localização e a morfologia dos biomas?

Neste capítulo, vamos entender melhor o processo de sucessão ecológica e suas diferentes etapas, além de introduzir o conceito de biomas, incluindo alguns exemplos do mundo e do Brasil.

Fotografia aérea de área florestal desmatada ilegalmente (Alto Alegre, RR, 2019).

ANDRE DIB/PULSAR IMAGENS

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Sucessão ecológica

Se a composição da comunidade que habita um ecossistema sofre alterações no decorrer do tempo, dizemos que está ocorrendo **sucessão ecológica**. Esse processo, desencadeado por algum tipo de perturbação, pela introdução de uma nova espécie ou pelo surgimento de um novo hábitat, é caracterizado pela entrada de novas espécies e pela alteração na distribuição daquelas já presentes. Essas modificações decorrem da interação entre as populações e sofrem influência dos fatores abióticos do ecossistema.

Há dois tipos de sucessão ecológica: a primária e a secundária.

Sucessão primária

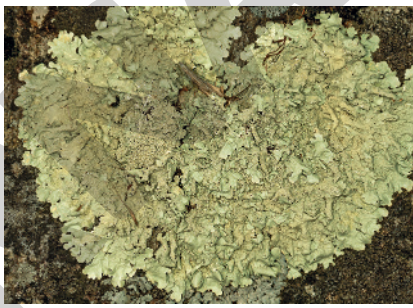
Ocorre em terrenos de formação recente, isto é, naqueles onde não existia uma comunidade biológica. São locais como rochas nuas, dunas de areia e poças de lava recém-derramada.

As primeiras espécies capazes de colonizar dado ambiente são chamadas de **espécies pioneiras**. As plantas pioneiras, por exemplo, suportam condições adversas, além de apresentarem ciclo de vida curto e crescimento rápido. Em geral, possuem mecanismos de dispersão eficientes, como a produção abundante de sementes, que se dispersam pelo vento.

Ao longo do tempo, a comunidade pioneira altera o ambiente de diversas formas. Liquens, por exemplo, podem se instalar sobre rochas nuas e liberar substâncias que alteram o substrato, dissolvendo ou fragmentando a rocha. Além disso, o próprio crescimento do líquen representa um aumento da quantidade de matéria orgânica disponível no ambiente. Assim, a composição do ecossistema é alterada e novos nichos são criados.

À medida que o tempo avança, novas espécies ocupam esses nichos e tomam o lugar das pioneiras. Com o estabelecimento de espécies vegetais maiores, cresce a estratificação da flora, aumentam progressivamente a disponibilidade de nichos e a quantidade de espécies durante a sucessão, até que se atinja a comunidade clímax, tratada adiante.

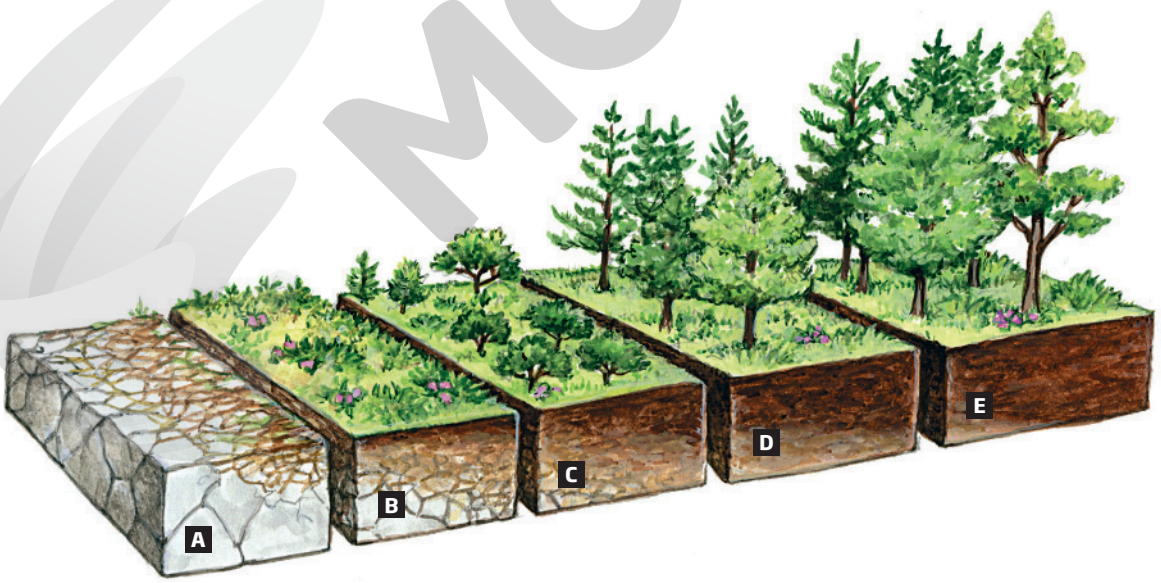
ROB & ANN SIMPSON/VISUALS UNLIMITED, INC/GLOW IMAGES



Liquens, como os da espécie *Flavoparmelia baltimorensis*, são os primeiros seres vivos a se instalar em rochas. O tamanho dos liquens varia conforme o substrato onde estão fixados; o desta fotografia mede cerca de 10 cm de diâmetro.

ESQUEMA DE UMA SUCESSÃO PRIMÁRIA

CECÍLIA IWASHITA



(**A**) Colonização de rochas por organismos pioneiros como os liquens, que iniciam a formação das primeiras camadas de solo, erodindo gradativamente o substrato. (**B**) Colonização do solo recém-formado por vegetação rasteira. (**C**) e (**D**) A decomposição das espécies pioneiras fornece matéria orgânica ao solo, propiciando, assim, a instalação de vegetação de maior porte, até que se atinja a comunidade clímax (**E**). (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: CAMPBELL, N. A. *et al*. *Campbell Biology*. Pearson, 1999.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

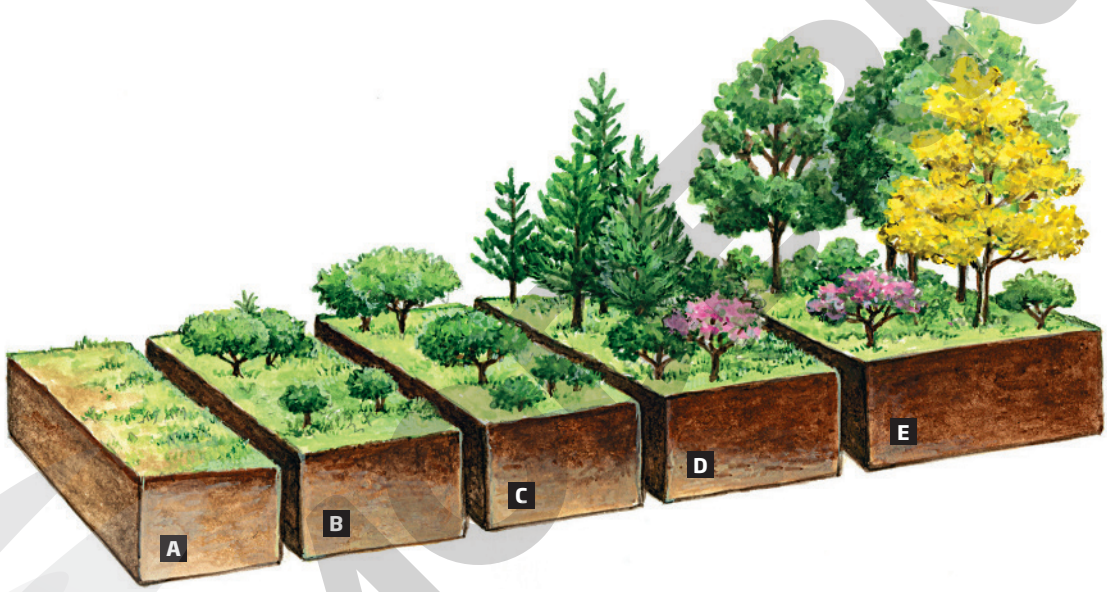
MODELO

Sucessão secundária

Ocorre após a alteração drástica ou a destruição de uma comunidade biológica, como é o caso de áreas desflorestadas, áreas incendiadas e leitos de rios expostos. O solo bem desenvolvido é mantido, com sementes e esporos das espécies que habitavam o local anteriormente ou de ecossistemas vizinhos, o que permite a recolonização. No entanto, algumas ações antrópicas relacionadas à produção de energia interrompem esse processo de sucessão ecológica secundária. No caso da hidrelétrica, por exemplo, apesar de ser considerada matriz energética limpa, sua construção está associada ao alagamento de centenas de quilômetros quadrados de áreas anteriormente ocupadas por comunidades ecológicas. Após a instalação, essa área continua alagada, impedindo que o processo de sucessão ecológica secundária continue. O mesmo ocorre com áreas de matas, florestas ou outros ecossistemas que são desmatados para serem usados como área de plantação de cana-de-açúcar para a produção de etanol.

ESQUEMA DE UMA SUCESSÃO SECUNDÁRIA

CECÍLIA IWASHITA



(**A**) Ocorrência de espécies pioneiras, geralmente gramíneas, em solo previamente formado. (**B**), (**C**) e (**D**) Vegetação de maior porte é favorecida pela matéria orgânica originada pela vegetação pioneira. (**E**) Estabelecimento da comunidade clímax. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: CAMPBELL, N. A. *et al*. *Campbell Biology*. Pearson, 1999.

Explique que não há consenso entre os especialistas quanto ao conceito de comunidade clímax. Alguns ecólogos rejeitam essa ideia, porque se tornou claro que as comunidades são sistemas abertos, cuja composição varia continuamente ao longo do tempo.

Comunidade clímax

Considerando que a sucessão ecológica ocorra ao longo de dezenas de anos, à medida que ocorrem modificações no ambiente, o grau de complexidade das relações entre os seres vivos aumenta, enquanto a variabilidade das condições ambientais diminui. De modo geral, quando não há grandes alterações no ambiente, a substituição de espécies em consequência da competição vai diminuindo, o sistema fica cada vez mais estável e aumentam seu equilíbrio e sua **resiliência** (capacidade de o ecossistema se recuperar após a perturbação). O grau máximo de equilíbrio que uma sucessão pode atingir é chamado de **comunidade clímax**.

No início da sucessão ecológica, observa-se um aumento da diversidade de espécies e da biomassa total. Em estágios avançados da sucessão, a diversidade pode se estabilizar ou até diminuir, à medida que o tamanho dos indivíduos aumenta.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Apesar de a produtividade primária bruta ser grande nessa comunidade, a produtividade líquida é quase nula, pois toda a matéria orgânica produzida é consumida. Uma vez que a comunidade clímax consome tudo o que produz, diz-se que ela já não está em expansão, mas estável. Nas comunidades pioneiras, o excesso de matéria orgânica é usado no processo de sucessão ecológica.

Os biomas são exemplos de comunidade clímax, embora possam apresentar regiões com fases intermediárias do processo de sucessão.

XENIA KA/ISTOCK/GETTY IMAGES

RUBIA CEZAR/SHUTTERSTOCK

As comunidades clímax nem sempre são grandes florestas. Veja os exemplos acima. (**A**) Paso de Jama, Argentina/Chile, 2017. (**B**) Recife de corais em Cozumel, México, 2016.

Atividades

Não escreva no livro.

1. Suponha que um terreno baldio tenha sido capinado, isto é, a vegetação presente tenha sido removida. Se não houver outra interferência humana, é provável que esse local seja novamente tomado por vegetação. Como se chama esse processo? Descreva de maneira resumida suas principais etapas, fazendo considerações sobre a origem das plantas que vão colonizar o terreno e a variação de biodiversidade ao longo do processo.
2. O impacto de uma queimada será maior se ela ocorrer em um trecho com comunidade clímax ou em um trecho de vegetação nos estágios intermediários de sucessão ecológica? Justifique.
3. Procure imagens atuais da região onde aconteceu o desastre ocasionado pelo rompimento da barragem em Mariana (MG) e compare-as com fotografias de 2015 do mesmo lugar. Houve modificações? Se houve, quais e como ocorreram? Discuta com seus colegas. Relacione sucessão ecológica com o resultado de sua pesquisa.

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

A sucessão ecológica pode ser observada em pequenos espaços abandonados, como terrenos baldios ou praças sem cuidados paisagísticos. Em grupo e com a orientação do professor, procurem identificar locais desse tipo próximos à escola. Se possível, fotografem esses espaços e analisem em que estágio da sucessão ecológica cada um se encontra. A seguir, reúnam os dados coletados de modo a considerar o impacto dessas áreas abandonadas na estética da região e os possíveis riscos que representam para a população. Esse trabalho pode ser disponibilizado para a comunidade escolar em redes sociais ou em *blogs*.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODELO

Biomas do mundo

Caixa de ferramentas

Fisionomia da vegetação é como se denomina o aspecto geral da vegetação dado pelo predomínio de plantas com determinada feição, por exemplo: rasteiras, de médio ou grande porte.

O planeta Terra apresenta grande variedade de espaços geográficos ou unidades ecológicas denominadas **biomas**. Essas unidades são caracterizadas, principalmente, pela vegetação predominante e por suas condições geoclimáticas.

Os biomas têm relevo, solo e clima semelhantes ao longo de todo o seu território e podem se estender por grande parte de um continente ou mesmo continentes diferentes. Cada bioma apresenta um conjunto de seres vivos característicos que estão inter-relacionados e constituem um ou mais ecossistemas. Como regiões de mesma latitude apresentam condições climáticas parecidas, têm também vegetação similar, ainda que seja constituída por espécies distintas.

A distribuição dos biomas é influenciada, principalmente, pelo clima. O clima, por sua vez, é determinado, entre outros fatores, pela latitude e pela altitude, pois ambas estabelecem um gradiente de temperatura: é mais frio nos polos e nos picos das montanhas, que apresentam elevada latitude e altitude, respectivamente; e mais quente na linha do Equador, que recebe maior insolação, e no nível do mar, considerado o marco zero para a altitude. Ao subir uma montanha, por exemplo, são marcantes as mudanças na fisionomia da vegetação, pois passamos por biomas diferentes.

ALFRIBEIRO/ISTOCK/GETTY IMAGES

EDWIN REMSBERG/ALAMY/FOTOARENA

(**A**) Cacto facheiro (*Pilosocereus pentaedrophorus*) da Caatinga. (PE, 2017.) (**B**) Planta da espécie *Euphorbia ingens*, nativa do sul da África. (Quênia, 2019.) Essas plantas têm um aspecto muito semelhante, pois resultam da evolução em ambientes com escassez de água.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Os principais biomas terrestres

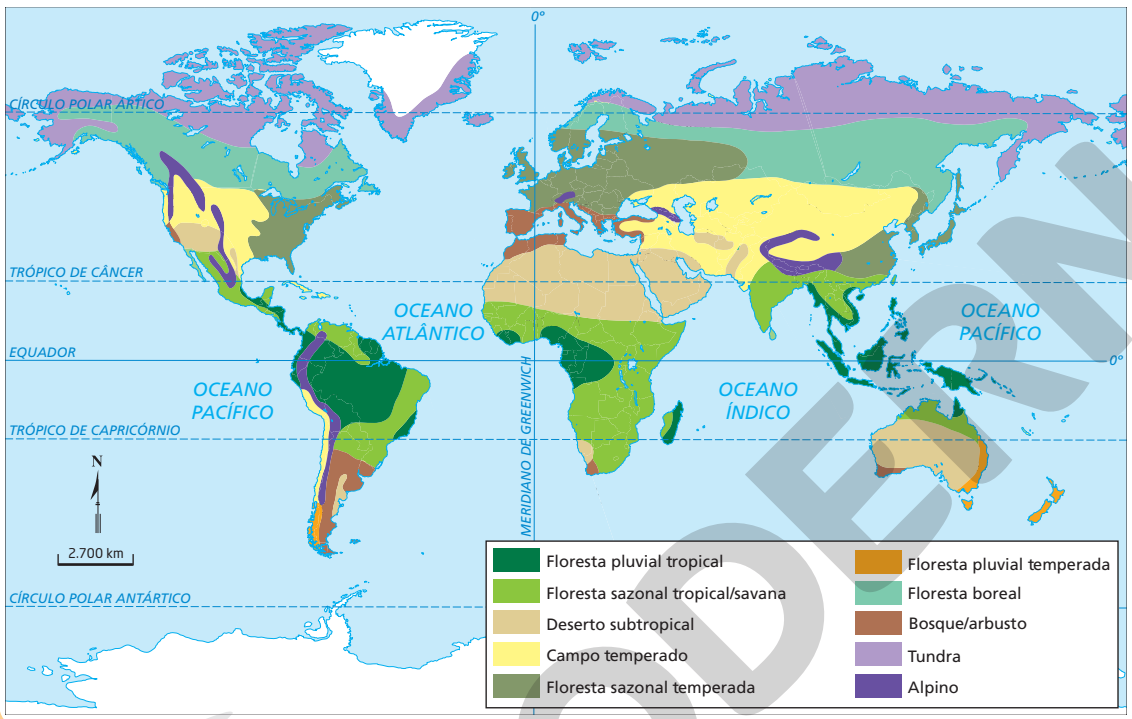
Esclareça aos estudantes que a variedade de classificações decorre da complexidade envolvida na caracterização dos biomas. Alguns autores dão mais valor aos aspectos botânicos, outros valorizam mais o relevo, por exemplo. Esse tipo de "conflito" é comum em Ciência e não deve ser considerado negativo, como pode parecer ao senso comum.

Não há um consenso entre os pesquisadores sobre a classificação dos biomas no mundo, de modo que há mais de uma classificação aceita atualmente. Diante da variação na nomenclatura utilizada pelos diferentes autores, optamos pela proposta feita por Whittaker para classificar os grandes biomas terrestres, que será vista em mais detalhes adiante.

A seguir, são apresentadas as principais características de alguns desses biomas.

DISTRIBUIÇÃO DOS PRINCIPAIS BIOMAS TERRESTRES

FERNANDO JOSÉ FERREIRA



Fonte: RICKLEFS, R. E. *A economia da natureza*. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

Floresta pluvial tropical

Presente em regiões próximas à linha do Equador, esse bioma caracteriza-se por chuvas abundantes e clima quente, além de ser o que apresenta a maior biodiversidade. A vegetação é exuberante e apresenta folhas o ano inteiro, em geral, largas e de superfície lisa, com pontas afiladas, o que facilita o escoamento da água da chuva. A complexa estrutura dessas florestas proporciona um enorme número de hábitats; a fauna é extremamente diversificada e ocupa uma grande variedade de nichos ecológicos.

MARCOS AMEND/PULSAR IMAGENS

A Floresta Amazônica é a maior floresta pluvial tropical do mundo. (Manaus, AM, 2019.)

TALES AZZI/PULSAR IMAGENS

As plantas das florestas tropicais, em geral, têm folhas amplas. (Parque Estadual Serra do Mar, São Sebastião, SP, 2018.)

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Em decorrência da umidade e da temperatura elevadas, os processos de decomposição da matéria orgânica nas florestas pluviais tropicais são muito rápidos, o que torna a camada mais superficial do solo rica em nutrientes e favorece o desenvolvimento da vegetação.

Savana

Encontrado nos trópicos e em regiões temperadas, esse bioma apresenta inverno quente e seco e verão quente e úmido. Um exemplo bem conhecido é a savana africana, caracterizada por vegetação predominantemente herbácea, com pequenas árvores esparsas. Sua fauna é composta de zebras, elefantes, leões, girafas, rinocerontes, entre outros animais.

No Brasil, o Cerrado apresenta as características de uma savana. Sua flora e fauna serão abordadas quando estudarmos os biomas brasileiros.

FED PHOTOGRAPHY/SHUTTERSTOCK

A savana africana apresenta características de clima e vegetação semelhantes ao Cerrado brasileiro. Na fotografia, um grupo de zebras descansa na savana africana. (Quênia, 2018.)

Deserto subtropical

Ocorre em regiões onde a pluviosidade e a umidade do ar são muito baixas – algumas regiões desse bioma recebem, em média, menos de 25 mm de chuva por ano. Durante o dia, a temperatura é bastante elevada, mas as noites são frias. Isso ocorre porque o solo, seco em razão da ausência de água, não retém o calor que incide durante o dia e o perde rapidamente para a atmosfera após o pôr do sol.

A vegetação é escassa e composta de gramíneas e alguns pequenos arbustos, amplamente espaçados, com adaptações que permitem sua sobrevivência ao clima seco. A fauna é constituída por répteis, roedores, insetos, entre outros.

Deserto de Mojave é o deserto mais seco da América do Norte. (Nevada, Estados Unidos, 2018.)

HELGA_FOTO/SHUTTERSTOCK

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Campo temperado

Esse bioma é também chamado de pradaria ou pampas no continente americano, como veremos adiante. O clima apresenta nítida diferença entre as estações do ano, com invernos frios e verões quentes. Há também secas sazonais. A vegetação é composta predominantemente de gramíneas. Cavalos e bisões são alguns dos animais encontrados nesse bioma.

FABIO COLOMBINI

Paisagem típica do campo temperado. (Vale do Arroio Garupá, Quaraí, RS, 2017.)

Tundra

Ocorre no Hemisfério Norte, próximo ao Círculo Polar Ártico, e caracteriza-se por ser muito frio e seco. Durante a maior parte do ano o solo fica coberto de neve. Sua camada mais superficial permanece descongelada por apenas três meses durante o verão. A vegetação da tundra é constituída basicamente de liquens e musgos. São encontrados nesse bioma animais como renas, aves e insetos.

Paisagem de tundra no outono. (Alpes suíços, Suíça, 2016.)

LOETSCHER CHLAUS/ALAMY/FOTOARENA

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Floresta boreal

Também chamada de taiga ou floresta de coníferas, ocorre em regiões de clima frio, com invernos longos e muito rigorosos. Plantas típicas desse bioma, as coníferas são bastante tolerantes às baixas temperaturas e não perdem suas folhas em nenhuma estação do ano, ou seja, são **perenes**. A fauna local é composta de alces, ursos, lobos, entre outros.

SIMON LANE/ALAMY/FOTOARENA

Vegetação típica da floresta boreal. (Finlândia, 2017.)

Floresta sazonal temperada

Esse bioma ocorre em regiões onde o clima é temperado e apresenta as quatro estações do ano bem definidas. É encontrado entre os polos e os trópicos nos continentes europeu e norte-americano. Várias das espécies de árvores que o compõem perdem suas folhas no outono, recuperando-as na primavera. Por esse motivo, o bioma também é conhecido como floresta caducifólia (do latim *caducus*, "sujeito a cair", e *folio*, "folha") ou floresta decídua. Carvalhos, pinheiros e sequoias são algumas de suas árvores. A fauna dessas florestas é rica e diversificada: javalis, esquilos e veados são apenas alguns dos exemplos.

SPENCER ROBERTSON/BRAND B/DESIGN PICS INC/ALAMY/FOTOARENA

Vegetação típica da floresta sazonal temperada no outono. (Canadá, 2016.)

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Floresta pluvial temperada

Ocorre em regiões de climas temperados quentes próximos da costa, como Nova Zelândia e sul do Chile. Apresenta invernos amenos, com chuvas fortes e muita neblina no verão. Sua vegetação é composta de árvores altas e folhas perenes.

MARK GREEN/ALAMY/FOTOARENA

Vegetação típica da floresta pluvial temperada. (Chile, 2018.)

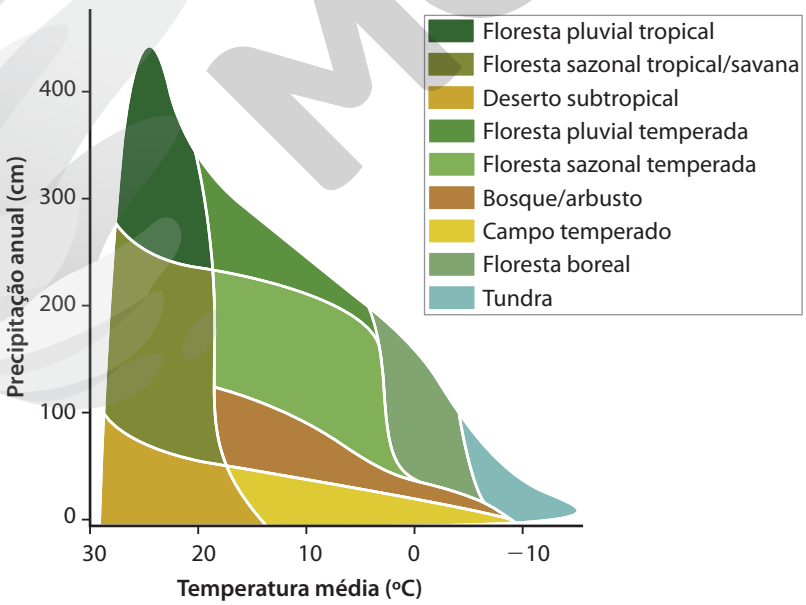
Caixa de ferramentas

Em 1975, o ecólogo estadunidense Robert H. Whittaker (1920-1980) criou uma classificação para os biomas terrestres com base no tipo de vegetação e em um diagrama climático, construído a partir de dados de precipitação anual (quantidade de chuvas) e de temperatura média das regiões do mundo. Essa representação recebeu o nome de **diagrama de Whittaker**.

Note no diagrama que a floresta pluvial tropical apresenta os valores mais altos para precipitação e temperatura, enquanto a tundra apresenta os mais baixos.

DIAGRAMA DE WHITTAKER

FERNANDO JOSÉ FERREIRA



Fonte: RICKLEFS, R. E. *A economia da natureza*. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Atividades

Não escreva no livro.

1. Qual é a influência das condições climáticas sobre a ocorrência de plantas caducifólias ou perenifólias?
2. Compare o clima e os componentes bióticos de uma floresta pluvial tropical e de um deserto.
3. Nos biomas que apresentam grande biodiversidade, as populações de cada espécie são, geralmente, menores que as de biomas com menor biodiversidade. Discuta com um colega e tente explicar essa afirmação.
4. Os mapas de distribuição dos grandes biomas servem também como mapas de distribuição das espécies? Converse com os colegas sobre isso.

Domínios morfoclimáticos brasileiros

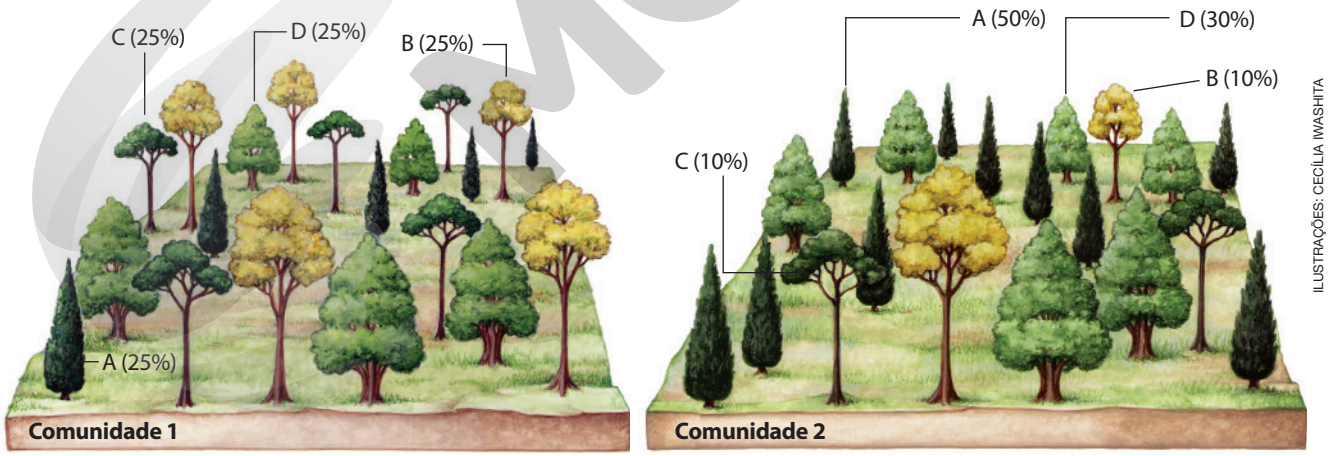
Se julgar conveniente, peça aos estudantes que apresentem os domínios morfoclimáticos brasileiros em forma de seminários. A atividade prática "Biomas e cultura dos povos" pode ser realizada com essa pesquisa.

Para estudar a natureza brasileira, usaremos o conceito de **domínio morfoclimático** em vez de bioma. O conceito de domínios morfoclimáticos foi proposto pelo geógrafo brasileiro Aziz Ab'Saber (1924-2012) com base em estudos sobre as características de solo, clima, relevo, hidrologia e fitogeografia das diferentes paisagens existentes no Brasil.

Entendendo a biodiversidade

A variedade de espécies em um local, denominada **riqueza**, não é o único aspecto que compõe a biodiversidade; além dela, devemos levar em consideração a composição e a abundância relativa de espécies. Observe o esquema abaixo: o número de espécies (identificadas por letras) é igual nas duas comunidades, isto é, ambas apresentam a mesma riqueza.

Note ainda que nas duas comunidades estão presentes exatamente as mesmas espécies. Assim, dizemos que elas apresentam a mesma **composição**. No entanto, a **abundância relativa** das espécies não é igual nos dois casos: na comunidade 2, a espécie A é muito mais abundante que as outras. Dizemos, portanto, que essa espécie é dominante e que a comunidade 2 apresenta alta dominância ou baixa equidade. Na comunidade 1, por sua vez, todas as espécies estão presentes em abundância semelhante; portanto, essa comunidade apresenta baixa dominância ou alta equidade.



ILUSTRAÇÕES: CECÍLIA IWASHITA

As comunidades 1 e 2 apresentam mesma composição e mesma riqueza, pois são constituídas pelas mesmas quatro espécies. No entanto, a comunidade 1 tem alta equidade, visto que todas as espécies têm a mesma abundância (25% cada uma). Na comunidade 2, notamos a baixa equidade graças à abundância da espécie A (50%), ou seja, à sua dominância sobre as demais.

Fonte: REECE, J. B. *et al*. *Campbell Biology*. Boston: Pearson, 2014.

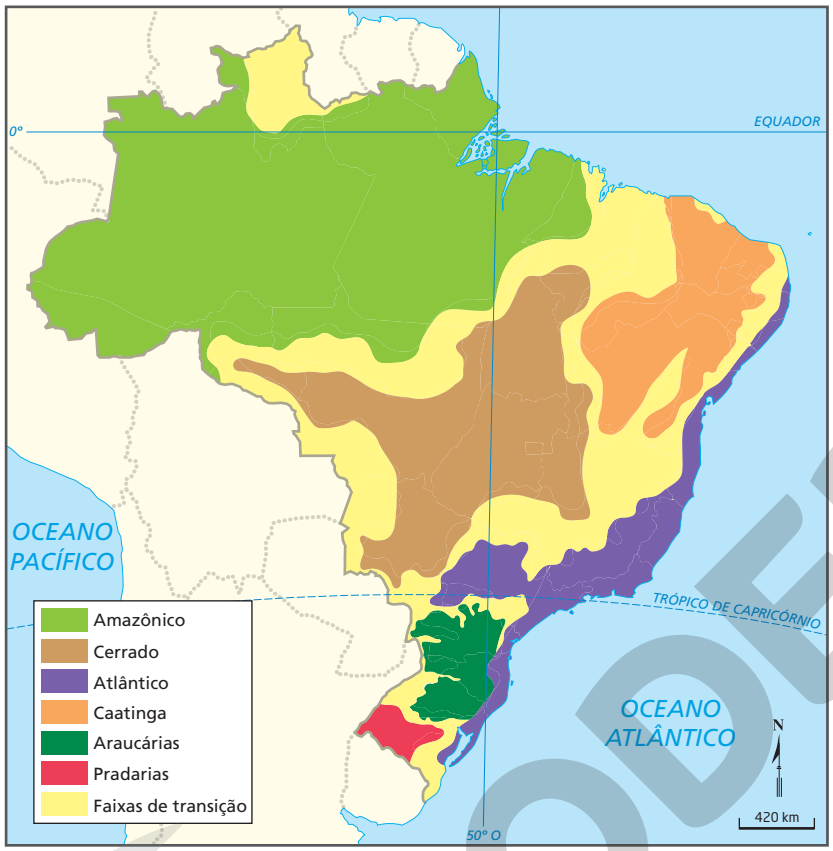
Ab'Saber reconheceu seis domínios em nosso país: o domínio Amazônico, o domínio Atlântico ou dos Mares de Morros, o domínio do Cerrado, o domínio da Caatinga, o domínio das Araucárias e o domínio das Pradarias, cada um deles caracterizado pelo predomínio de determinado bioma.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

O uso do termo **domínio** implica a existência de variações dentro de cada domínio: há um bioma típico, mas existem também outras paisagens além dele. Por exemplo, no domínio Atlântico, não existem somente elementos do bioma Mata Atlântica, mas também áreas de Cerrado, entre outros. Assim, cada domínio pode ser entendido como a soma de suas subunidades em um ecossistema de grandes dimensões.

DOMÍNIOS MORFOCLIMÁTICOS BRASILEIROS



ANDERSON DE ANDRADE PIMENTEL

Além dos seis domínios morfoclimáticos, podem ser observadas faixas de transição, nas quais as paisagens, em geral, associam elementos dos domínios ao seu redor.

Fonte: AB'SABER, A. *Os domínios de natureza no Brasil*. 2. ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

Comente com os estudantes que a Amazônia se estende a outros países da América do Sul, embora a maior parte dela esteja em território brasileiro.

Domínio Amazônico

O domínio Amazônico cobre quase metade do território nacional e nele está contida parte da Amazônia – a maior floresta pluvial tropical do mundo. O clima é marcado por chuvas abundantes e temperaturas elevadas durante todo o ano, com média em torno de 27 °C. Esse domínio é composto de diferentes biomas, entre eles a Floresta de Terra-firme, a Floresta de Igapó, as Caatingas do Rio Negro e os Campos Rupestres.

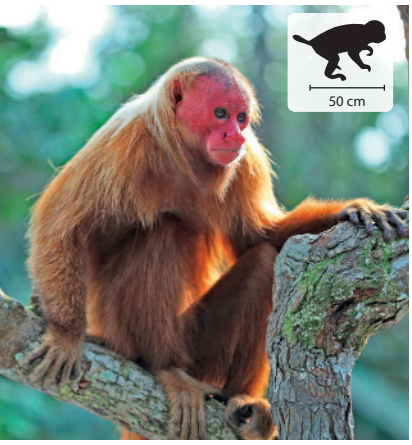
A Floresta de Terra-firme é o bioma predominante e apresenta grande complexidade estrutural, com diversidade biológica maior que a encontrada nos outros biomas, especialmente por estar menos sujeita a inundações sazonais. Nessa floresta são encontradas árvores de grande porte que formam um **dossel** denso, isto é, suas copas se tocam e compõem um contínuo que diminui a incidência de luz abaixo delas.

As Florestas de Igapó são encontradas em áreas inundáveis e apresentam muitos arbustos e cipós, epífitas e musgos, além de plantas aquáticas, como a vitória-régia.

No relevo amazônico predominam as planícies. Apesar de conterem grande quantidade de matéria orgânica, característica das florestas tropicais, os solos são pobres, pois boa parte do material ali depositado é rapidamente decomposta por fungos e bactérias e logo utilizada pelas plantas.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA



FABIO COLOMBINI

O uacari-vermelho (*Cacajao calvus rubicundus*) é uma espécie que ocorre apenas no domínio Amazônico.

A diversidade biológica é enorme, constituída por plantas como o açaí, o cupuaçu, o guaraná e a castanheira-do-pará. A fauna é representada por animais característicos da região, como o peixe-boi-da-amazônia, a tartaruga-da-amazônia, os peixes de água doce pirarucu e aruanã, o macaco-aranha, a onça-pintada, a anta etc.

MARCOS AMEND/PULSAR IMAGENS

Floresta de Terra-firme. (Alta Floresta, MT, 2019.)

Interligações

Não escreva no livro.

A Amazônia e o látex

A seringueira (*Hevea brasiliensis*) é uma árvore característica da Amazônia. Dela se obtém o látex, utilizado na fabricação de borracha, atividade que marcou um dos períodos históricos do Brasil: o ciclo da borracha. A extração de látex e a comercialização da borracha, entre 1879 e 1945, impulsionaram o crescimento de cidades como Manaus, Porto Velho e Belém.

Procure saber um pouco mais sobre o ciclo da borracha no Brasil.

1. Quais fatores ambientais favoreceram o desenvolvimento das seringueiras no país?
2. Por que houve o declínio da atividade econômica de extração da borracha no Brasil?
3. Atualmente, a extração da borracha é feita em boa parte por cooperativas de seringueiros de maneira sustentável, que teve reconhecimento internacional através da figura de Chico Mendes. Quem foi Chico Mendes e qual sua relação com a mobilização social na região Amazônica?

ANDRE DIB/PULSAR IMAGENS

Seringueiro extraindo látex. (Tarauacá, AC, 2017.)

Domínio Atlântico

FABIO COLOMBINI

O bioma da Mata Atlântica ocupa a maior parte do domínio Atlântico. Na fotografia, corredeira na Mata Atlântica do Parque Nacional de Itatiaia. (Itatiaia, RJ, 2019.)

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Originalmente, esse domínio distribuía-se por uma ampla área, que ia do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul e cobria cerca de 15% do território nacional. Seu bioma predominante é a Mata Atlântica, que, por estar localizada próxima ao litoral brasileiro, na região com maior ocupação humana, é um dos mais ameaçados do planeta. Atualmente, os fragmentos da Mata Atlântica correspondem a aproximadamente 7% de sua área de ocorrência original.

A seguir, os principais biomas que compõem o domínio Atlântico.

Mata Atlântica

Também conhecida como floresta pluvial costeira, apresenta clima quente e úmido. A vegetação é perene, composta de árvores que podem chegar a mais de 30 metros de altura, arbustos, bromélias e orquídeas. Entre as árvores estão o pau-brasil, o jequitibá, o palmito e o xaxim imperial.

FOTOS: FABIO COLOMBINI

Espécies típicas da Mata Atlântica: (**A**) flores de pau-brasil (*Caesalpinia echinata*); (**B**) sapo pingo-de-ouro (*Brachycephalus ephippium*); (**C**) mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*).

A fauna, também bastante diversa, tem como animal símbolo o mico-leão-dourado. Podemos citar ainda o primata muriqui, a lontra, o sapo pingo-de-ouro e as aves papagaio-de-cara-roxa e tiê-sangue.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

SOBERNA

Manguezal

É um bioma de transição entre os ambientes terrestre e marinho, caracterizado pelo encontro da água doce dos rios com a água salgada do mar, o que torna sua água salobra. Esses ambientes ocupam cerca de 25.000 km² de área litorânea no Brasil, desde a zona costeira do Amapá até a de Santa Catarina.

O solo lodoso dos manguezais é composto de material mineral e grande quantidade de matéria orgânica trazida pelas marés e pelos rios. São ambientes com enorme diversidade biológica e servem de berçário para muitas espécies. A fauna é constituída principalmente de peixes, moluscos, crustáceos e aves.

Os manguezais também são fonte de subsistência para populações litorâneas que têm na pesca artesanal sua fonte de renda e de alimento. Protegem a região costeira contra a erosão de ventos e marés. Entretanto, esses biomas são muito suscetíveis a ações humanas. A pesca indiscriminada, a especulação imobiliária, a poluição industrial e doméstica e a derrubada de árvores para a obtenção de carvão causaram diminuição significativa da extensão desses ecossistemas. No segundo semestre de 2019, os manguezais de todos os estados do Nordeste brasileiro foram fortemente afetados por um derramamento de petróleo que teve origem em alto-mar, provavelmente de algum navio petroleiro. Embora seja considerado um dos maiores desastres ambientais do país, os responsáveis nunca foram identificados.

LUCIANO QUEIROZ/PULSAR IMAGENS

Área de manguezal com vegetação típica. (Jijoca de Jericoacoara, CE, 2017.)

Restingas

Ambientes originados há milhares de anos por variações do nível dos oceanos e deposição de material, formando os cordões arenosos nos quais se instalaram comunidades bióticas. As faixas de areia podem avançar por vários quilômetros, isolar lagunas no mar ou formar ilhas de grandes dimensões.

As restingas recebem influência direta do mar: a ocorrência de solos arenosos e sal no ambiente determina a presença de vegetação adaptada a essas condições. Algumas plantas possuem, por exemplo, mecanismos de excreção para eliminação do excesso de sal, como também folhas pequenas, com cutícula espessa ou capazes de armazenar água, como adaptações à escassez de água do solo arenoso.

FABIO COLOMBINI

Área de restinga na Praia do Forte. (Mata de São João, BA, 2018.)

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Domínio do Cerrado

Marcado por clima relativamente quente, com temperatura média anual de 26 °C, e por uma estação seca rigorosa. Localizado no planalto central brasileiro, seu bioma predominante é o Cerrado e inclui também regiões de transição com os domínios Amazônico, Atlântico e da Caatinga.

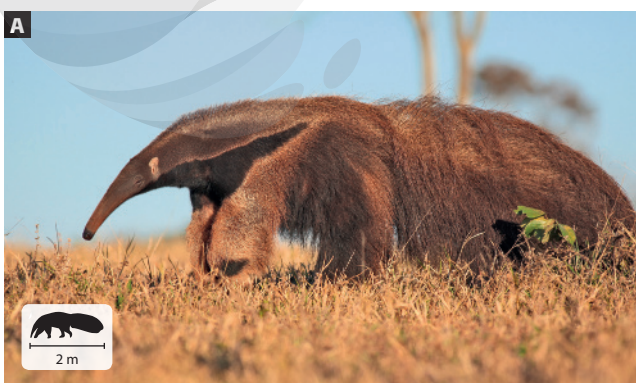
O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro e é considerado a savana mais rica do mundo em espécies: cerca de 10.000 espécies de plantas, sendo 4.400 endêmicas (exclusivas desse bioma), e mais de 2.500 espécies de animais vertebrados. Como representantes da flora podem ser citados o pequi (bastante utilizado na culinária local) e o buriti (usado na fabricação de cosméticos). Em geral, as árvores apresentam troncos retorcidos, com cascas espessas, característica que lhes permite sobreviver às queimadas espontâneas que ocorrem nesse bioma. Os animais típicos de sua fauna são o lobo-guará, o tamanduá-bandeira e a ema.

O domínio do Cerrado é um dos mais ameaçados do mundo, especialmente por causa da agricultura e da criação de gado. Entre os anos de 2002 e 2008 foram devastados 85.074 km^2, cerca de 4,2% de sua área original. Esse ritmo de desmatamento é altíssimo e representa um enorme risco para o bioma. O desmatamento intenso reduziu 50% do Cerrado desde 1970. Ainda que o ritmo de desmatamento desse bioma tenha se reduzido entre 2017 e 2018, é necessário desacelerar ainda mais esse processo.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MARCOS AMEND/PULSAR IMAGENS

Paisagem típica do domínio do Cerrado, com árvores de troncos retorcidos. (Ponte Alta, TO, 2018.)



FABIO COLOMBINI

MARCOS AMEND/PULSAR IMAGENS

Animais encontrados no domínio do Cerrado: (**A**) tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*); (**B**) lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*).

Domínio da Caatinga

ANDRE DIB/PULSAR IMAGENS

Detalhe da flor do cacto mandacaru (*Cereus jamacaru*).

DELFIM MARTINS/PULSAR IMAGENS

Paisagem típica do domínio da Caatinga. (Cabrobó, PE, 2018.)

FABIO COLOMBINI

Asa-branca (*Patagioenas picazuro*), ave típica do domínio da Caatinga.

A palavra **caatinga** vem do tupi *caa*, "mata", e *tinga*, "branca", em referência ao aspecto desse bioma no período de seca, quando as plantas perdem suas folhas e os galhos esbranquiçados ficam à mostra. Localizado em quase sua totalidade na região Nordeste, esse domínio apresenta solo raso e pedregoso, poucas e irregulares chuvas e média de temperatura entre 24 °C e 26 °C. Os ventos fortes e secos aumentam a aridez durante os períodos de seca. O bioma predominante desse domínio é a Caatinga.

A vegetação apresenta adaptações **xeromórficas**, isto é, que evitam a perda de água, como folhas transformadas em espinhos, armazenamento de água pelo caule e raízes superficiais para absorver água da chuva. São exemplos de plantas típicas desse bioma os cactos, como o mandacaru e o xique-xique, o juazeiro, árvore típica da Caatinga, e a macambira, uma bromélia.

A fauna da Caatinga é relativamente bem diversificada, contando com sapos, gambás, veados-catingueiros, tatu-bola, sagui-do-nordeste, asa-branca, entre outros. Por ser um bioma localizado principalmente em áreas de extrema pobreza, parte dessa fauna é ameaçada pela caça de subsistência, atividade importante para a alimentação dos habitantes locais.

Domínio das Araucárias

FABIO COLOMBINI

Mata de Araucárias. (São José dos Ausentes, RS, 2017.)

Também chamado de Floresta de Araucária ou Floresta de Pinheiro-do-Paraná, o domínio das Araucárias é encontrado principalmente na região Sul do Brasil. Ocorre em clima subtropical e temperado, que apresenta baixas temperaturas no inverno.

A araucária é a árvore característica desse domínio. Suas sementes (os pinhões) são utilizadas na alimentação humana e servem de alimento para muitos animais silvestres, que, ao consumi-las, podem auxiliar no processo de dispersão. A colheita dos pinhões é uma atividade econômica de grande importância para a população rural da região e, se for realizada de forma controlada e sustentável, não interfere na sobrevivência das araucárias.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Domínio das Pradarias

Também conhecido como Pampas, ocorre no Brasil apenas nas planícies do Rio Grande do Sul. Apresenta chuvas distribuídas por todo o ano e grande amplitude térmica, com temperaturas mínimas que podem chegar a ser negativas e temperaturas máximas que podem atingir 35 °C. A vegetação é quase totalmente herbácea. No entanto, podem ser encontrados pequenos bosques arbustivos. Entre os animais típicos do bioma podem ser encontrados o gato-dos-pampas e o cisne-de-pescoço-preto.

FABIO COLOMBINI

Paisagem típica dos Pampas gaúchos. (Santana do Livramento, RS, 2017.)

ADRIANO GAMBARINI

Gato-dos-pampas (*Leopardus pajeros*), também chamado de gato-palheiro.

Pantanal

Ocorre no Centro-Oeste brasileiro, nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. É considerado um complexo de biomas, uma região de transição caracterizada pelo relevo plano e pelas inundações periódicas e extensas. Nos locais que continuam alagados mesmo nos meses secos, a vegetação é típica de brejos. Já nas regiões mais secas são observadas fisionomias típicas do Cerrado e até mesmo mais densas, típicas de florestas pluviais.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Ao longo dessa diversidade de hábitat há uma variedade imensa de animais, isolados ou em grupo, que acompanham os ciclos de inundações. Entre os animais característicos do Pantanal estão o tuiuiú, a arara-azul e o cervo-do-pantanal, além de peixes como pintado, dourado e pacu.

ARCO IMAGES GMBH/ALAMY/FOTOARENA

O tuiuiú (*Jabiru mycteria*) é a ave símbolo do Pantanal.

LEONARDO MERCON/SHUTTERSTOCK

Vista aérea de uma região do Pantanal durante a cheia. (Corumbá, MS, 2017.)

Atividades

Não escreva no livro.

1. Um rapaz viajou ao Pantanal e mostrou a um colega uma fotografia de sua viagem. Ao vê-la, esse colega afirmou que a fotografia não havia sido tirada no Pantanal, pois mostrava uma mata com as características de Cerrado, não as planícies alagadas do Pantanal. Ele está certo? Justifique.
2. Considerando o conteúdo apresentado ao longo deste capítulo, como você explicaria a enorme biodiversidade da Amazônia?
3. Explique a influência das condições climáticas sobre a diversidade vegetal e desta sobre a diversidade animal de um bioma.

Bioacumulação

Atividades humanas podem afetar os ecossistemas de diversas maneiras. Algumas delas, no entanto, têm consequências mais sérias que outras, por isso precisam ser mais bem compreendidas. No Pantanal, por exemplo, a extração de ouro de aluvião faz uso do mercúrio devido a sua propriedade de aglutinar minúsculas partículas de ouro, tornando-as mais fáceis de ser separadas do cascalho do fundo dos rios ou da terra. Uma vez no ambiente, o mercúrio é absorvido pelos produtores em pequenas quantidades, mas não consegue ser eliminado do organismo. A retenção de mercúrio e de outras substâncias não biodegradáveis nos organismos é chamada de **bioacumulação**.

Ao servirem de alimento aos consumidores primários, os organismos contaminados acumulam nesses herbívoros uma quantidade ainda maior do contaminante. Esse impacto vai se intensificando ao longo dos diferentes níveis tróficos da cadeia alimentar e provoca um efeito acumulativo conhecido como **biomagnificação**.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Além do garimpo, o descarte inadequado de pilhas, baterias e outros produtos contendo metais pesados (mercúrio, chumbo, cobre, entre outros) e o uso de pesticidas como o DDT ou BHC (rico em substâncias organocloradas) são extremamente impactantes. As substâncias, por não serem metabolizadas, tornam-se verdadeiros venenos dentro dos organismos, incluindo o ser humano que se alimenta de peixes e de outros espécimes contaminados.

Uma das primeiras denúncias sobre os riscos da bioacumulação foi feita pela escritora estadunidense Rachel Carson (1907-1964), no livro *Primavera silenciosa*, de 1962. A importância desse livro está na denúncia sobre os efeitos nocivos dos pesticidas para o ambiente e para as pessoas, e deu impulso ao movimento ambientalista no mundo todo.

Contudo, os biomas não são prejudicados apenas por resíduos oriundos de pilhas e baterias descartadas de forma inadequada. Todas as etapas de produção de energia elétrica, desde a geração até a distribuição e o uso, também impactam o ambiente de diversas maneiras, como veremos no próximo capítulo.

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

O Brasil tem a maior biodiversidade do planeta. Debata com seus colegas e o professor os seguintes aspectos:

a) fatores que contribuem para essa enorme variedade de espécies;

b) como os seres humanos podem se beneficiar dessa biodiversidade sem ameaçá-la;

c) quais medidas poderiam ser tomadas para auxiliar na sua preservação.

Interligações

Não escreva no livro.

Medidas de repovoamento

Rio de Janeiro – A Secretaria Estadual do Ambiente (SEA) e [uma empresa de distribuição de energia elétrica] promovem amanhã [7 de outubro de 2009], em Barra do Piraí, na região do Médio Paraíba, a segunda ação de repovoamento com mais 25 mil alevinos (filhotes de peixes de várias espécies criados em cativeiro) para recuperação da ictiofauna (conjunto das espécies de peixes) do Rio Paraíba do Sul.

[...] De acordo com a secretaria, mais de 1.700 pescadores, que sobrevivem exclusivamente da atividade pesqueira no rio, foram afetados por um acidente ambiental em novembro do ano passado. Na ocasião, 8 mil litros do pesticida [...] vazaram, atingindo 400 quilômetros do rio. A área afetada foi do município de Resende ao de São João da Barra, com 150 mil toneladas de peixes mortos.

[...] As cidades atingidas tiveram que suspender a captação de água temporariamente e a população foi orientada a não consumir pescados capturados no rio. [...]

Fonte: OLIVEIRA, N. Governo do Rio promove segunda etapa de repovoamento do Rio Paraíba do Sul. *Agência Brasil*, 6 out. 2009. Disponível em: <http://www.guiadapesca.com.br/governo-do-rio-promove-segunda-etapa-de-repovoamento-do-rio-paraiba-do-sul>. Acesso em: 16 jun. 2020.

1. Como você poderia explicar o fato de o pesticida ter contaminado 400 quilômetros do rio?

2. Quais são os impactos ambientais, econômicos e para a saúde do ser humano causados pelo derramamento do pesticida?

3. Em sua opinião, que critérios devem ter sido avaliados para determinar as espécies e o número de indivíduos utilizados no repovoamento?

4. Você considera importante o conhecimento sobre a biologia reprodutiva das espécies de peixes selecionadas para o repovoamento? Por quê?

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Não escreva no livro.

Atenção

Organizem-se em grupo. Leiam todo o procedimento antes de iniciar o trabalho.

Biomas e cultura dos povos

Objetivos

- Relacionar os biomas com a cultura dos povos manifestada na alimentação, na vestimenta, nas festas e nas danças típicas.
- Perceber que o Brasil é composto de diferentes grupos étnicos e que o folclore é um patrimônio cultural que deve ser valorizado e preservado.

Proponha uma hipótese à seguinte questão:

As festas folclóricas de diferentes regiões têm alguma relação com os biomas desses locais?

Materiais

- Cartolina ou papel pardo
- Tesoura
- Cola
- Canetas e lápis
- Revistas, jornais e outras fontes para as imagens
- Livros de referência para pesquisa

Procedimento

1. Dividam-se em seis grupos. Cada grupo ficará responsável por uma região de um bioma brasileiro estudado neste capítulo. Pesquisem sobre as festas típicas dessa região. Escolham uma festa e façam um relatório com todas as informações encontradas, enfatizando os seguintes aspectos:
   - **a.** História: Como a festa surgiu? Há influência de grupos étnicos ou imigrantes?
   - **b.** Culinária: Que alimentos e bebidas são servidos nessa festa? De que são feitos?
   - **c.** Dança: Há uma dança específica? Como ela é? E a música? Quem tradicionalmente dança ou toca?
   - **d.** Vestimenta: Há um traje especial para a festa? Qual é sua origem?
2. Componham um painel com as principais informações da festa escolhida pelo grupo, incluindo nele imagens representativas do ambiente e da festa (alimentos, dança, vestimenta). Essas imagens podem ser elaboradas com base em livros de referência, recortadas de revistas e jornais ou impressas da internet.
3. Exponham os painéis para toda a turma.

Questões

1. Houve dificuldade na pesquisa e na construção dos painéis? Quais? Como foram resolvidas?
2. Qual é a relação do bioma com a festa? O clima e a vegetação apresentaram alguma influência na culinária, na dança ou na vestimenta?
3. Ao expor os painéis para a turma, o que mais interessou aos colegas? Por que você acha que isso ocorreu?
4. Na exposição dos painéis dos outros grupos, o que mais interessou a você? Por quê?

Conclusão

Revisem a hipótese proposta no começo da atividade, comparem-na com suas observações e com as de seus colegas e elaborem uma conclusão.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Fique por dentro

Internet

Ministério do Meio Ambiente

<https://www.mma.gov.br>

Apresenta informações sobre ações desenvolvidas pelo Ministério do Meio Ambiente, notícias e artigos sobre o meio ambiente, além de dados sobre os biomas brasileiros.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)

<http://atlasescolar.ibge.gov.br/mapas-atlas/mapas-do-brasil/diversidade-ambiental>

Disponibiliza mapas e estatísticas da diversidade ambiental de nosso país.

Ibama

<http://www.ibama.gov.br>

Disponibiliza informações sobre o funcionamento do instituto e as ações relacionadas às questões ambientais.

Conservação Internacional

<https://www.conservation.org/brasil/>

A Conservação Internacional é uma das ONGs ambientalistas mais influentes no mundo. Nesse *site*, é possível conhecer seu trabalho e obter informações sobre temas relacionados à conservação.

Acessos em: 8 jul. 2020.

Filmes

Ser tão velho Cerrado. Direção: André D'Elia. Brasil, 2018. (96 min.)

Documentário que retrata os grandes impactos ambientais e sociais que colocam em risco o Cerrado, o bioma mais ameaçado de destruição no Brasil.

Amazônia eterna. Direção: Belisario Franca. Brasil, 2012. (79 min.)

Documentário que expõe a riqueza natural e cultural da Amazônia ao mesmo tempo que revela a destruição desse bioma e aponta possíveis caminhos para a preservação.

Planeta Terra. Produção: BBC. Inglaterra, 2006. (60 min.)

Coletânea de DVDs que apresenta a diversidade de hábitats existentes em nosso planeta: do deserto às geleiras, da Amazônia ao fundo dos oceanos.

Livros

KERRY, J.; KERRY, T. H. *Antes que a Terra acabe*. Saraiva, 2008.

Ilustra situações, descobertas e políticas que cercam a questão ambiental por meio de histórias bem contadas.

ALMEIDA-CORTEZ, J. S. *et al*. *Coleção Biomas do Brasil*. Harbra, 2014.

Cada livro dessa coleção trata de um bioma brasileiro, apresentando suas características gerais, clima, principais espécies vegetais e animais, importância econômica e possibilidades de ecoturismo.

ATIVIDADES FINAIS

Não escreva no livro.

1. Imagine uma ilha recém-formada no oceano pela erupção de um vulcão. Como ocorrem a formação do solo e a colonização dessa ilha pelos seres vivos?
2. Explique o papel das árvores de grande porte no processo de sucessão ecológica.
3. Qual é o papel das florestas no combate ao aquecimento global?
4. A recuperação de uma área degradada pode contar com a participação humana: em algumas cidades brasileiras, donos de propriedades rurais recebem incentivos financeiros para reflorestar áreas que eram ocupadas por pasto. Que critérios devem ser seguidos para a escolha das espécies de plantas que serão utilizadas nesse reflorestamento?
5. (Unicamp-SP) Um botânico estudou intensivamente a vegetação nativa do Nordeste brasileiro e descobriu duas espécies novas (W e Z). A espécie W é uma árvore perenifólia, com pouco mais de 25 m de altura, tronco com casca lisa e folhas com ápice longo e agudo. A espécie Z tem caule achatado e verde (clorofilado), folhas reduzidas a espinhos e altura máxima de 3 m.
   a) Com base nessas informações, indique em que tipo de formação vegetal o botânico encontrou cada uma das espécies novas.
   b) Indique uma característica ambiental específica de cada uma das formações vegetais onde ocorrem as espécies W e Z.
6. A região onde você vive está inserida em qual bioma? Em sua opinião, que alterações antrópicas mais modificaram esse local?

MODERNA

7 (Enem) O deserto é um bioma que se localiza em regiões de pouca umidade. A fauna é, predominantemente, composta por animais roedores, aves, répteis e artrópodes.
Uma adaptação, associada a esse bioma, presente nos seres vivos dos grupos citados é o (a):

a) existência de numerosas glândulas sudoríparas na epiderme.

b) eliminação de excretas nitrogenadas de forma concentrada.

c) desenvolvimento do embrião no interior de ovo com casca.

d) capacidade de controlar a temperatura corporal.

e) respiração realizada por pulmões foliáceos.

8 (Enem) A Mata Atlântica caracteriza-se por uma grande diversidade de epífitas, como as bromélias. Essas plantas estão adaptadas a esse ecossistema e conseguem captar luz, água e nutrientes mesmo vivendo sobre as árvores.

Disponível em: <https://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2017/cad_5_prova_amarelo_12112017.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2021 (adaptado).

Essas espécies captam água do(a):

a) organismo das plantas vizinhas.

b) solo através de suas longas raízes.

c) chuva acumulada entre suas folhas.

d) seiva bruta das plantas hospedeiras.

e) comunidade que vive em seu interior.

9 (Enem) A vegetação apresenta adaptações ao ambiente, como plantas arbóreas e arbustivas com raízes que se expandem horizontalmente, permitindo forte ancoragem no substrato lamacento; raízes que se expandem verticalmente, por causa da baixa oxigenação do substrato; folhas que têm glândulas para eliminar o excesso de sais; folhas que podem apresentar cutícula espessa para reduzir a perda de água por evaporação.
As características descritas referem-se a plantas adaptadas ao bioma:

a) Cerrado.

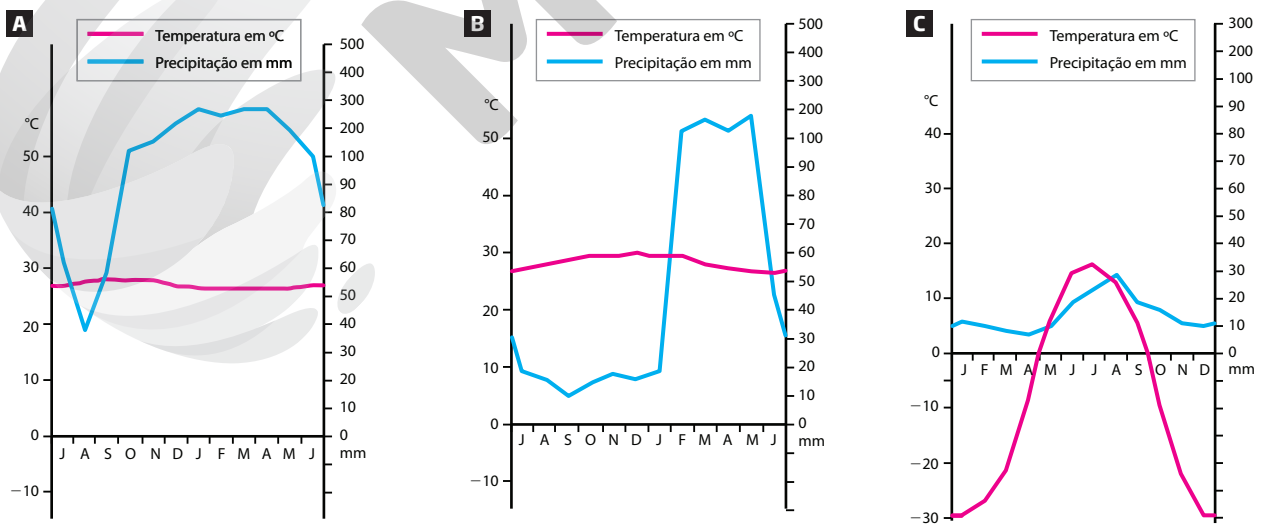
b) Pampas.

c) Pantanal.

d) Manguezal.

e) Mata de Cocais.

10 Os diagramas climáticos mostram, de forma simplificada, a relação entre as médias mensais de temperatura e a precipitação de determinado local. Uma estação seca, isto é, com déficit hídrico, é caracterizada quando a linha que representa a temperatura está acima da que representa a precipitação. Sabendo disso, analise cuidadosamente os diagramas climáticos apresentados a seguir e faça o que se pede.



Dados fictícios.

Esses diagramas representam três localidades com biomas bem diferentes: tundra, floresta pluvial tropical e savana. Identifique o diagrama correspondente a cada bioma e justifique suas escolhas.

ILUSTRAÇÕES: ANDERSON DE ANDRADE PIMENTEL

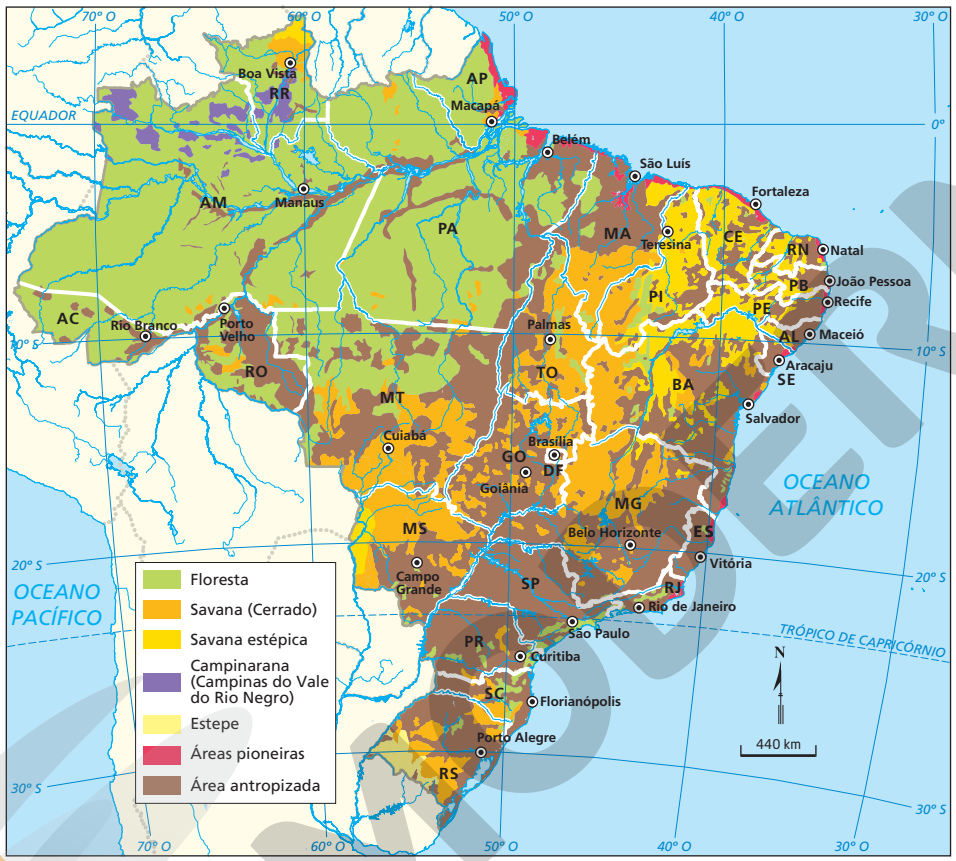
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

11 O mapa abaixo retrata a distribuição atual da vegetação nativa no Brasil, incluindo informações sobre áreas transformadas pela ação humana (antropizadas).

Compare-o com o mapa de domínios morfoclimáticos brasileiros e identifique quais deles foram mais afetados pela ocupação humana. Para cada um deles, procure descobrir as atividades que mais contribuíram para a redução da vegetação.

RETRAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA NO BRASIL (2016)



ANDERSON DE ANDRADE PIMENTEL

Fonte: *Atlas geográfico escolar*. 7. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. p. 102.

Próximos passos

Neste capítulo vimos como uma comunidade biológica se recupera após um distúrbio originado ou não pelas ações humanas. Ao estudar as diferentes etapas da sucessão ecológica, é possível entender que, para atingir certo grau de estabilidade, a comunidade leva muitos anos.

Falamos também sobre os principais biomas do mundo e do território brasileiro, mencionando algumas interferências humanas nesses ambientes. Contudo, os biomas e os seres vivos que os habitam não são prejudicados apenas por atividades como o garimpo e o descarte indevido de lixo eletrônico. Todas as etapas da produção de energia elétrica desde sua geração ao transporte, processamento, instalação e distribuição, bem como os subprodutos, também impactam o ambiente de diversas maneiras, como veremos no próximo capítulo.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

CAPÍTULO

4 A energia que nos cerca

Veja respostas e comentários para as atividades do capítulo no **Suplemento do Professor**.

BNCC:
EM13CNT106
EM13CNT201
EM13CNT301
EM13CNT303
EM13CNT308
EM13CNT309
EM13CNT310

Para começo de conversa

Uma imagem como esta, mostrando que algumas regiões são mais iluminadas do que outras, serve para retratar diferenças de todo tipo: sociais, econômicas, tecnológicas etc. Será correto justificar que a diferença na intensidade da iluminação é devida à ocupação do solo, ou seja, é mais iluminada a área na qual vive mais gente? Se não, quais causas você apontaria? Como as descreveria?

BERNI0004/SHUTTERSTOCK

A imagem noturna de 2017 mostra a iluminação das grandes cidades vista do espaço, quase como um mapa. Podemos notar a diferença no consumo de energia em diferentes regiões.

Neste capítulo você estudará que um ímã pode gerar corrente elétrica; que uma corrente elétrica pode criar um ímã; como é gerada a energia elétrica que abastece as cidades; o que são fontes renováveis de energia; e os tipos de usinas em que são utilizadas.

Desvendando a eletricidade

Quando aproximamos um ímã de um objeto metálico, ocorre atração, pois existe um campo magnético em torno do ímã.

Ao redor de nosso planeta também existe um campo magnético, como se a Terra fosse um grande ímã. É esse campo magnético que permite a orientação da agulha de uma bússola sempre para o norte geográfico.

OLIVIER LE MOAL/SHUTTERSTOCK

Corpos metálicos são atraídos pelo campo magnético gerado pelo ímã.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Eletricidade lembra corrente elétrica, e magnetismo lembra ímã. O que sabemos hoje é que eletricidade é capaz de gerar magnetismo, e magnetismo é capaz de gerar eletricidade. Devido a essa ligação entre dois conceitos tão importantes – eletricidade e magnetismo –, atualmente é possível ver televisão, ouvir música, falar ao telefone, usar o computador, fazer um exame de imagem, ou seja, ter acesso a toda e qualquer tecnologia associada a esses conhecimentos desenvolvidos pela Ciência. Como seria nossa vida sem tudo isso? Consegue imaginar a humanidade sem essas tecnologias? Como isso tudo começou? Vamos estudar.

NEW AFRICA/SHUTTERSTOCK

ANTON CHERNOV/SHUTTERSTOCK

A comodidade e o conforto que temos atualmente em nosso dia a dia não seriam possíveis sem a eletricidade.

THOMAZ VITA NETO/PULSAR IMAGENS

Torres de transmissão de energia elétrica da Usina Hidrelétrica de Marimbondo (Fronteira, MG, 2018).

Materiais magnetizados

Para um material não imantado se tornar magnético, deve-se submetê-lo a um processo no qual os ímãs elementares se alinhem de maneira organizada. Materiais nos quais a magnetização ocorre facilmente são chamados de **ferromagnéticos**.

Nos processos de magnetização mais usuais, obtemos ímãs:

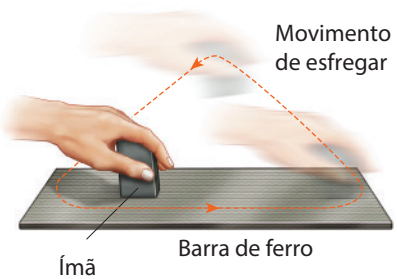
- atritando **sempre no mesmo sentido** o pedaço do corpo que se quer imantar com um ímã;

  ou

- mantendo o corpo que se quer imantar em contato com um ímã ou imerso na região entre seus polos.

ESQUEMA DE MAGNETIZAÇÃO

SELMA CAPARROZ



Magnetização por atrito.
(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

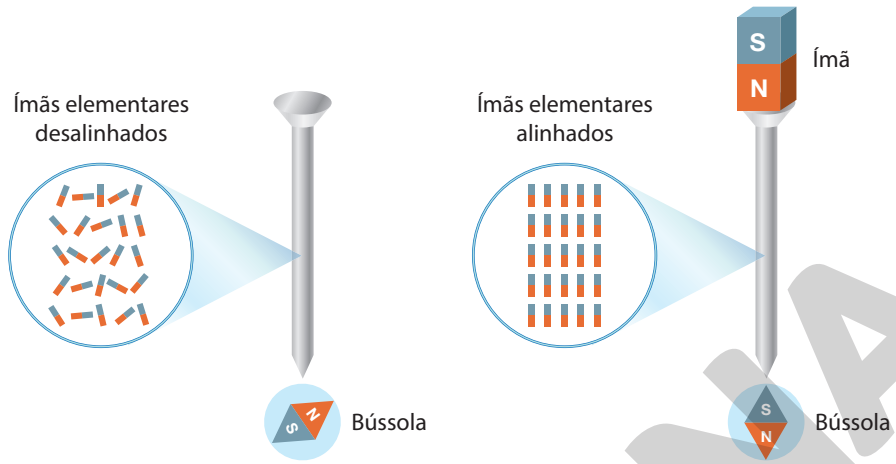
Observe nas imagens a representação do posicionamento dos ímãs elementares em objetos magnetizados ou não.

Caixa de ferramentas

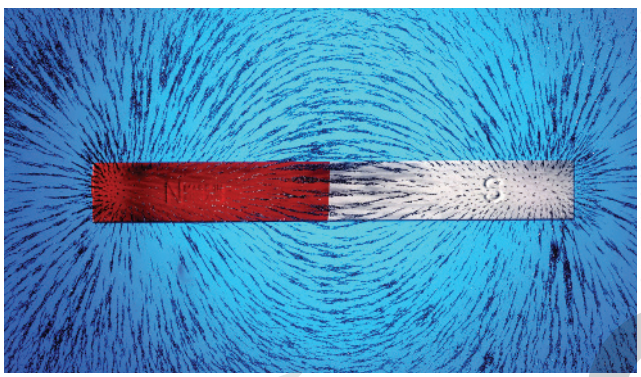
Quando determinado material, como os metais, apresenta elétrons livres, estes se movimentam, criando uma corrente elétrica muito pequena, de escala microscópica, dando origem a um campo magnético também muito pequeno.
Dessa forma, podemos dizer que cada átomo equivale a um pequeno ímã, chamado de ímã elementar.

ESQUEMA DE ÍMÃS ELEMENTARES

ILUSTRAÇÕES: SELMA CAPARROZ



(Representação fora de proporção; cores fantasia.)



YOAV LEVY/PHOTOTAKE INC./GLOW IMAGES

A disposição da limalha de ferro permite a visualização das linhas de campo magnético geradas pelo ímã de barra.

DORLING KINDERSLEY LTDA/ALAMY/FOTOARENA

Limalhas de ferro ao redor de um ímã em forma de barra têm seu polo norte (em vermelho) alinhado com a direção e o sentido do campo magnético gerado pelo ímã em forma de barra.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Eletricidade e magnetismo: como tudo começou

A agulha de uma bússola sempre aponta para o norte, fato que foi de grande importância para a realização de longas viagens por mar e terra. Faz muito pouco tempo que os navegadores GPS surgiram e, de certa forma, substituíram as bússolas.

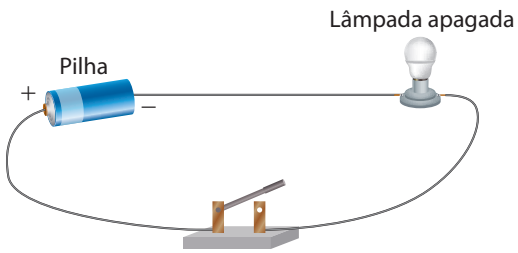
DENPHOTOS/SHUTTERSTOCK

Os sistemas de localização atuais indicam a posição geográfica e a melhor rota para chegar ao destino.

Na história da Ciência, a bússola teve papel importante não apenas na orientação de navegadores ao redor do mundo. Um experimento simples dá a ideia dessa importância.

Observe o circuito simples apresentado abaixo, com uma pilha, dois pedaços de fio, uma pequena lâmpada e um interruptor, como sugerido na imagem.

ESQUEMA DE CIRCUITO SIMPLES

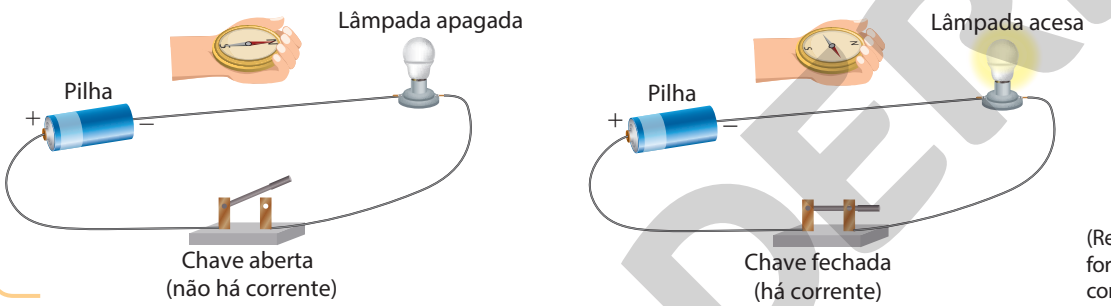


(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Se colocarmos uma bússola próxima ao fio condutor, ainda com a chave aberta, ou seja, sem passagem de corrente elétrica, observaremos que a agulha da bússola ficará estática, apontando para o norte, como seria de se esperar.

Fechando a chave, uma corrente elétrica passará a percorrer o fio. O que você observará então?

ESQUEMA DE CIRCUITO COM CHAVE ABERTA E FECHADA



(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

É possível observar o mesmo que o físico dinamarquês Christian Oersted (1777-1851) tempos atrás: a agulha da bússola se movimentará e tenderá a se orientar em posição perpendicular à direção em que flui a corrente elétrica pelo fio. O que isso significa? Significa que a corrente elétrica, ao fluir por um condutor, gera ao redor dele um campo magnético. Pronto! Estava feita a primeira relação entre campo elétrico e campo magnético.

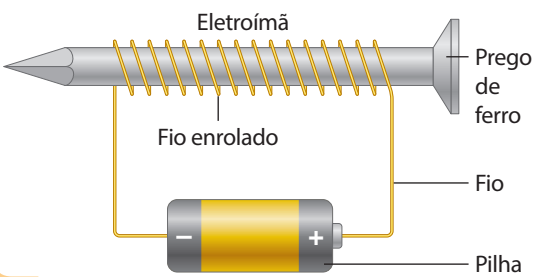
No decorrer do século XVIII e no início do século XIX, alguns físicos permaneciam intrigados com relações entre forças elétricas e magnéticas. Fenômenos como a imantação de peças metálicas atingidas por um raio em uma tempestade ou a mudança de orientação da agulha da bússola, causados pelo mesmo evento, levaram certos pesquisadores a acreditar na possibilidade de vincular o magnetismo à eletricidade.

O que é um eletroímã?

O experimento de Oersted demonstrou que fios condutores percorridos por corrente elétrica desviam a agulha de uma bússola, mostrando que um fenômeno aparentemente apenas elétrico gera campo magnético. A partir disso, começou-se a pensar em um dispositivo que, quando percorrido por uma corrente, viesse a se comportar como um ímã. Hoje em dia, esse tipo de dispositivo é bastante comum, mesmo em residências, e é chamado de **eletroímã**.

Ele é, basicamente, um fio enrolado em uma peça de ferro. A passagem de corrente pelo fio provoca o surgimento de um campo magnético na peça de ferro.

ESQUEMA DE ELETROÍMÃ



ADILSON SECCO

Aproximando pequenos objetos metálicos da extremidade da peça de ferro, eles serão atraídos pelo campo magnético do eletroímã. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Não escreva no livro.

Montando um eletroímã

Você pode construir um eletroímã bem simples, acompanhando o esquema mostrado a seguir.

Materiais

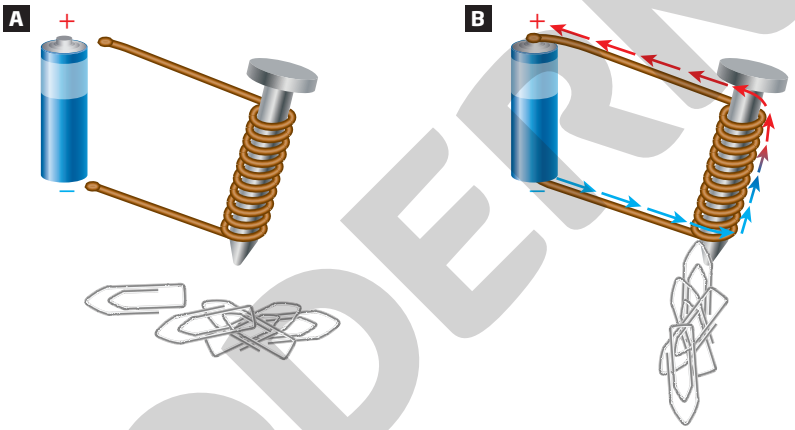
- Uma pilha
- Um pedaço de fio condutor de cobre
- Um prego
- Alguns clipes

Procedimento

Atenção

Cuidado ao utilizar o prego na montagem do eletroímã.

1. Enrole o fio condutor de cobre em um prego ou parafuso e conecte as extremidades a uma pilha ou bateria.
2. Em seguida, aproxime a ponta do parafuso de um conjunto de clipes e veja o que acontece.



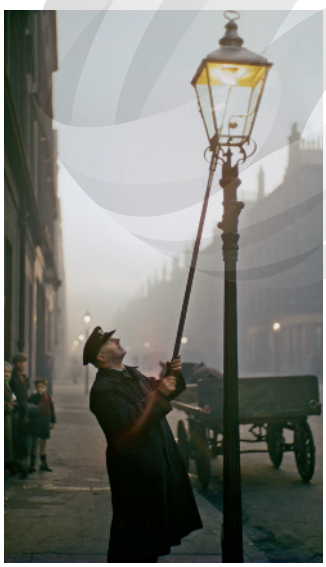
ERICSON GUILHERME LUCIANO

Em (**A**), o prego enrolado com o fio condutor não funciona, mas em (**B**), quando a pilha é ligada ao fio condutor, o eletroímã consegue atrair os clipes de metal. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Questões

1. Em grupo, pesquisem e conversem com seus colegas, e também com seus familiares, para identificar algumas das principais aplicações de um eletroímã.
2. Elaborem desenhos e explicações sobre as descobertas de aplicações de um eletroímã e registrem em um painel ou cartaz a ser apresentado em sala de aula.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.



PICTURE POST/HULTON ARCHIVE/GETTY IMAGES

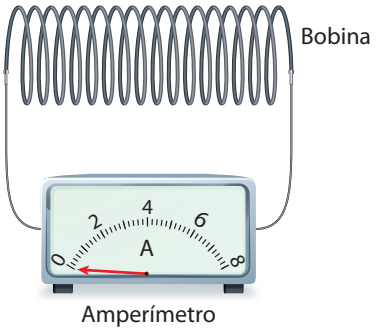
Quando as cidades eram iluminadas por lampiões a gás, existiam pessoas responsáveis por acendê-los ao cair da noite. (Escócia, 1955.)

É assim que se gera eletricidade

A partir da descoberta feita por Oersted, físicos passaram a considerar que o campo magnético, sob determinadas condições, geraria corrente elétrica. Se isso fosse possível, poderiam gerar eletricidade em larga escala, com diversos benefícios para a humanidade, como iluminar cidades, resfriar ambientes no verão ou aquecê-los no inverno e muito mais.

O problema estava em determinar quais eram as condições às quais o campo magnético deveria ser submetido para gerar a corrente elétrica. Coube a Michael Faraday (1791-1867) analisar o processo denominado **indução eletromagnética**, que, de maneira bem simplificada, é descrito a seguir.

A imagem ao lado mostra um pedaço longo de fio enrolado em uma espécie de mola bem comprimida que forma uma **bobina** para o circuito, em conjunto com um instrumento que permite medir a passagem de corrente elétrica, um **amperímetro**. Esse circuito simples está com a bobina e o amperímetro em série, sem pilha ou qualquer outro tipo de fonte.

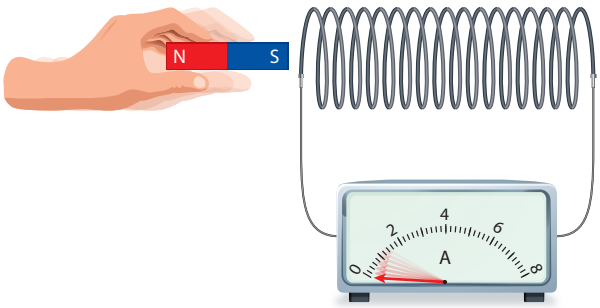


Amperímetro

(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

A corrente elétrica, nesse circuito, inicialmente é nula; logo, o mostrador do amperímetro não estará registrando nenhum valor além de zero.

Se aproximarmos e afastarmos um ímã da bobina, com movimentos bem rápidos e sucessivos, poderemos observar que o ponteiro do amperímetro oscila.



Amperímetro

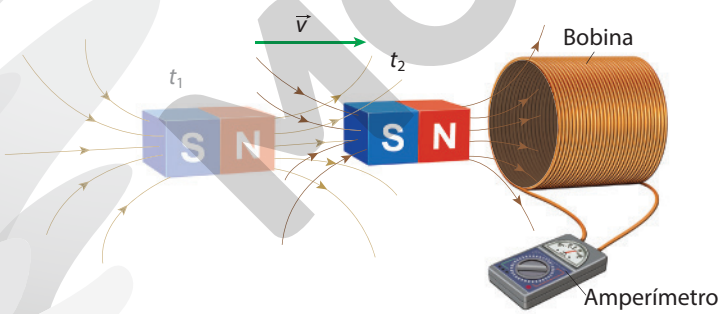
(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Isso significa que cargas elétricas estão se movimentando pelo fio, ou seja, que, variando rapidamente o campo magnético próximo a uma bobina, se cria corrente elétrica no fio condutor da bobina.

Faraday percebeu que, sempre que o campo magnético variava, uma **corrente induzida** por essa variação aparecia no circuito. Vamos analisar um pouco mais as condições apresentadas no procedimento que evidenciam esse fato.

Considere um ímã que se desloca em direção a uma bobina, que nada mais é do que um conjunto de fios condutores enrolados. Enquanto o ímã se aproxima, o campo magnético, representado por um conjunto de linhas (chamadas de linhas de campo) que atravessam a bobina, aumenta. Isso faz com que uma corrente elétrica seja detectada pelo amperímetro instalado no circuito. Essa corrente elétrica também recebe o nome de corrente induzida, pois é proveniente de uma indução magnética. No momento em que o ímã para, a corrente no circuito é interrompida.



SELMA CAPARROZ

A aproximação do ímã faz o fluxo magnético variar dentro da bobina, provocando o aparecimento da corrente detectada pelo amperímetro. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Quando o ímã se afasta, o conjunto de linhas de campo magnético diminui, o que faz com que apareça novamente uma corrente induzida, agora no sentido oposto ao da primeira situação.

Ao aproximar e afastar continuamente o ímã da bobina, a corrente elétrica induzida na bobina permanece, porém, invertendo continuamente o seu sentido, que é chamada de corrente alternada. Pronto! Estava descoberta a física que permitiria a criação das usinas de eletricidade. Agora era só uma questão de tempo para a criação da tecnologia necessária para a eletricidade chegar às residências, indústrias etc.

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de medida da intensidade do campo magnético é o **tesla (T)**, nome dado em homenagem ao cientista Nikola Tesla (1856-1943), nascido na antiga lugoslávia, que contribuiu de maneira relevante para o desenvolvimento do eletromagnetismo. Para se ter uma ideia, a intensidade do campo magnético terrestre próximo aos polos é da ordem de $7 \cdot 10^{-5}$ T, e próximo à linha equatorial é menor ainda: por volta de $3 \cdot 10^{-5}$ T.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Não escreva no livro.

Cartões com tarja magnética

Nos anos 1960, o engenheiro estadunidense Forrest Parry (1921-2005) foi incumbido de criar um cartão que transportasse com segurança informações importantes para uso da CIA (Agência Central de Inteligência). Ele imaginou que seria possível registrar esses dados em uma fita magnética colada em um cartão.

A tarja magnética é uma fita de material plástico sobre a qual é depositada uma camada de material ferromagnético (geralmente óxido de ferro) em forma de pó finíssimo, em que cada pequeno grão funciona como um ímã. Essa tarja é fabricada de modo que todos os seus ímãs elementares estejam alinhados numa única direção (vertical ou horizontal). Quando submetidos a um campo magnético, os grãos se realinham de acordo com o campo a que foram submetidos. Dessa forma, alinhando sequências de ímãs elementares segundo um código preestabelecido, pode-se armazenar informação.

As tarjas dos cartões de identificação e dos cartões comerciais usados atualmente obedecem a padrões internacionais, que estabelecem os formatos da tarja, das trilhas e os códigos adequados para cada tipo de utilização. A importância da normatização decorre da necessidade de intercambiar informações e de uniformizar equipamentos de registro e leitura em vários lugares do planeta.

PETR SMAGIN/SHUTTERSTOCK

Cartão de uso comercial com tarja magnética.

Outro fator relevante relacionado à gravação de dados em material ferromagnético é a grandeza denominada **coercividade**, que pode ser definida como a **medida da capacidade de um elemento resistir à reorientação de suas partículas (ímãs elementares)** quando submetido a um campo magnético. Atualmente são utilizados dispositivos com tarjas magnéticas de alta e baixa coercividade. Uma tarja de baixa coercividade pode ter seus dados alterados por campos magnéticos da ordem de 24.000 T; já as tarjas de alta coercividade necessitam de campos da ordem de 320.000 T.

A consequência prática dessa variação é a seguinte: cartões de baixa coercividade duram menos; em compensação, têm custo menor. São usados em situações restritas a uma ou duas vezes, como passagens de trem e metrô, entradas de espetáculos etc. Os cartões de alta coercividade duram muito mais, permanecendo magnetizados mesmo quando expostos a campos magnéticos intensos, porém são mais caros.

1. O que é coercividade de um elemento? Qual é a importância desse conceito para a produção de cartões com tarjas magnéticas?

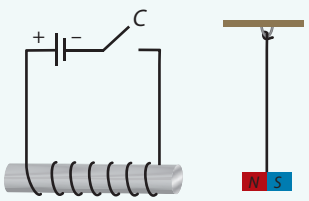
2. O campo magnético terrestre, embora varie de um ponto a outro da superfície, fica em torno de $4{,}0 \cdot 10^{-5}$ T. Quantas vezes a intensidade do campo magnético terrestre é inferior à intensidade dos campos magnéticos necessários para alterar dados gravados em tarjas de alta coercividade?

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

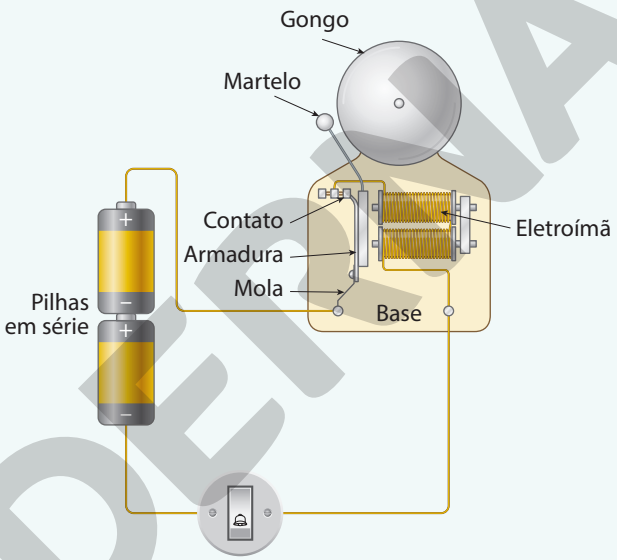
Atividades

Não escreva no livro.

1. Alguém presenteia você com o que supostamente é um pedaço de magnetita, um tipo de ímã natural. Descreva duas maneiras diferentes pelas quais você pode testar se, de fato, se trata de magnetita.
2. Como você pode imantar a ponta de uma chave de fenda? Explique como você testaria a magnetização produzida e de que maneira se explica a natureza desse fenômeno.
3. Explique por que uma tesoura de costura atrai pequenos alfinetes que estejam perto dela, mas não exerce nenhuma influência sobre os carretéis de linha feitos de plástico ou de madeira.
4. Uma estudante, após ler o texto deste capítulo, concluiu que todos os ímãs podem ser considerados eletroímãs. Analise essa proposição. Você concorda com ela?
5. Na figura abaixo um eletroímã está próximo a um ímã de barra preso a um barbante, permitindo que oscile livremente. Ao fechar a chave, uma corrente circulará pelo eletroímã. O que ocorrerá com o ímã? Ele será atraído, repelido ou permanecerá na mesma posição? Explique.



6. Grande parte das campainhas elétricas funciona com base no princípio do eletroímã. Observe a figura que representa um esquema simplificado desse mecanismo. Quando apertamos o botão da campainha (contato), fechamos o circuito. A armadura nada mais é do que uma barra de ferro doce (ferro com alto índice de pureza) que, ao se deslocar, leva o martelo a bater no gongo. Explique como funciona a campainha utilizando os conceitos estudados até aqui.



ADILSON SECCO

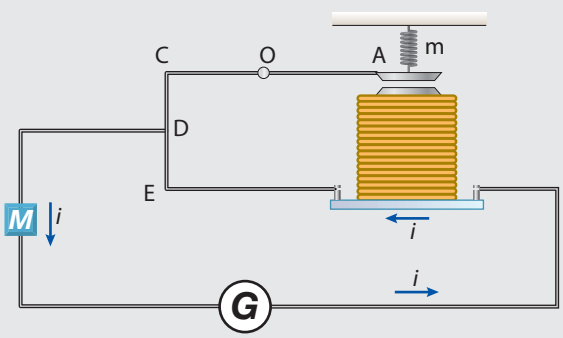
(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Interligações

Não escreva no livro.

Disjuntor

O disjuntor é um eletroímã que funciona como interruptor de circuitos. É usado para proteger um dispositivo qualquer **M** de correntes muito elevadas. Esse dispositivo **M** é ligado em série com a bobina do eletroímã, de modo que a corrente que passa pelo dispositivo **M** é a mesma que passa pelo disjuntor. A armadura **A** do eletroímã é sustentada pela mola **m** de tal maneira que, para valores admissíveis de ***i***, ela não se desloca para os polos. Mas, para valores de **i** superiores a um valor prefixado, a força de atração magnética sobre a armadura vence a força da mola. Então, a armadura desce, a haste **AC** gira ao redor do ponto **O**, fazendo com que a conexão no ponto **E** se abra. A corrente deixa de circular, e o dispositivo **M** fica, assim, protegido de uma corrente alta.



(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

1. Por que a mola tende a se distender quando uma corrente circula pela bobina?
2. Se no esquema apresentado a corrente circula na bobina penetrando no plano do papel no ponto mais à direita e saindo do plano do papel no ponto mais à esquerda, qual é o sentido do campo magnético gerado na parte superior da bobina?

ILUSTRAÇÕES: LUIZ RUBIO

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

A energia que utilizamos

A geração de energia elétrica pode ser realizada de mais de uma maneira, por fontes renováveis ou não de energia.

Fontes renováveis de energia são aquelas que conseguem se renovar em curtos períodos de tempo. **Fontes não renováveis** são aquelas cujos recursos naturais tendem a se extinguir com o passar do tempo.

Exemplos de fontes de energia renováveis

UWE ARANAS/SHUTTERSTOCK

Usina hidrelétrica Aviemore, implantada no rio Waitaki, utiliza a água represada para gerar eletricidade. (Nova Zelândia, 2019.)

RENATA MELLO/PULSAR IMAGENS

Usina piloto de produção de energia elétrica que utiliza a energia das ondas do mar, instalada no Terminal de Múltiplas Utilidades do Pecém. (São Gonçalo do Amarante, CE, 2012.)

JH BISPO/SHUTTERSTOCK

A lasca de madeira é uma matéria orgânica, ou seja, biomassa, e pode ser utilizada como combustível na geração de energia limpa.

BTWIMAGES/SHUTTERSTOCK

Em uma fazenda solar, os painéis transformam a energia do Sol em elétrica. (França, 2019.)

RAFALE - STUDIO/SHUTTERSTOCK

A energia eólica é o processo que utiliza a energia do vento para gerar energia elétrica através de aerogeradores. (Trairi, CE, 2019.)

ERIC FARRELLY/ALAMY/FOTOARENA

A energia geotérmica é obtida a partir do calor proveniente do interior de nosso planeta. (Islândia, 2019.)

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Exemplos de fontes não renováveis de energia

MAURO PIMENTEL/AFP/GETTY IMAGES

O petróleo, extraído do subsolo, é fonte não renovável de energia, assim como o gás, subproduto do petróleo. Embarcação flutuante de armazenamento e descarga de produção de petróleo na unidade de exploração em Itaguaí. (Rio de Janeiro, 2017.)

DELFIM MARTINS/PULSAR IMAGENS

O material radioativo é fonte de energia não renovável. Na imagem, Central Nuclear composta pelas usinas Angra 1 (à esquerda), Angra 2 (à direita) e Angra 3 (em construção ao fundo). (Angra dos Reis, RJ, 2019.)

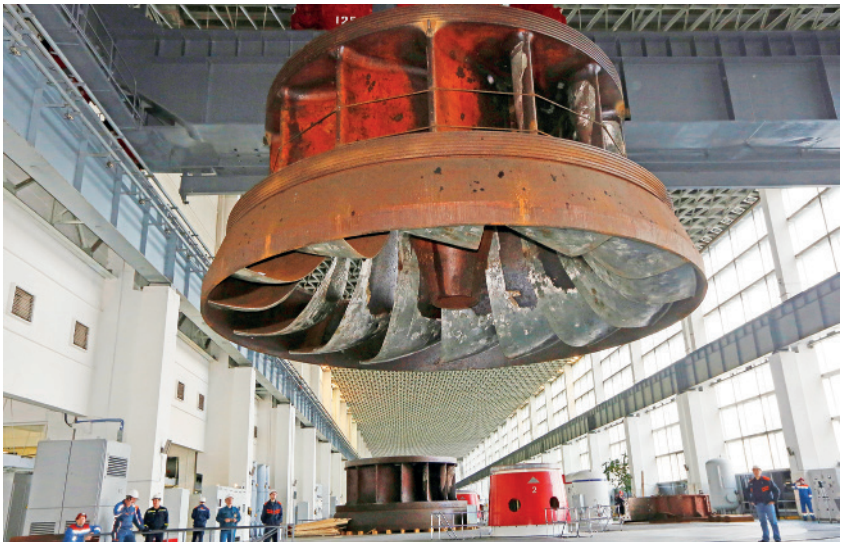
LUCIANA WHITAKER/PULSAR IMAGENS

O carvão mineral queimado em usinas termoelétricas é fonte não renovável de energia. Na imagem, montes de carvão mineral extraídos em mineradora da região de Criciúma. (Treviso, SC, 2016.)

Excluindo-se dessa lista apenas a energia solar, os recursos naturais de todas as demais fontes de energia são voltados para fazer girar um **dínamo** ou **turbina**, que é, na verdade, um potente eletroímã em forma de bobina feito para girar em alta velocidade.

Como estudamos anteriormente, a variação do campo magnético existente próximo de um condutor, aproximando e afastando um ímã, por exemplo, gera um campo elétrico e, por consequência, uma corrente elétrica no condutor. Assim, para gerar corrente elétrica em um condutor são necessários, basicamente, dois elementos: um ímã potente e algo que faça com que esse ímã se movimente muito rápido.

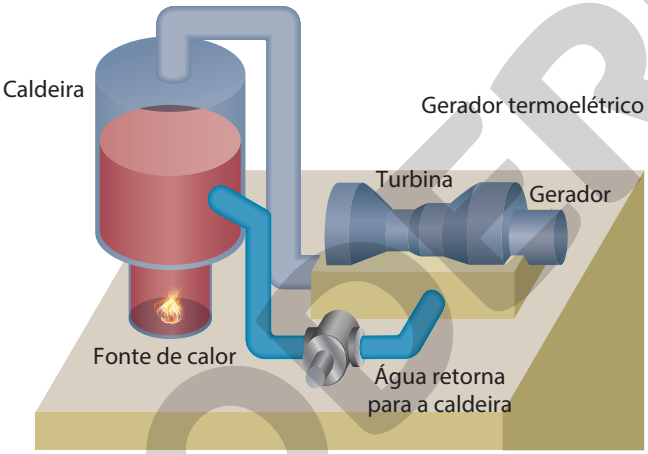
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.



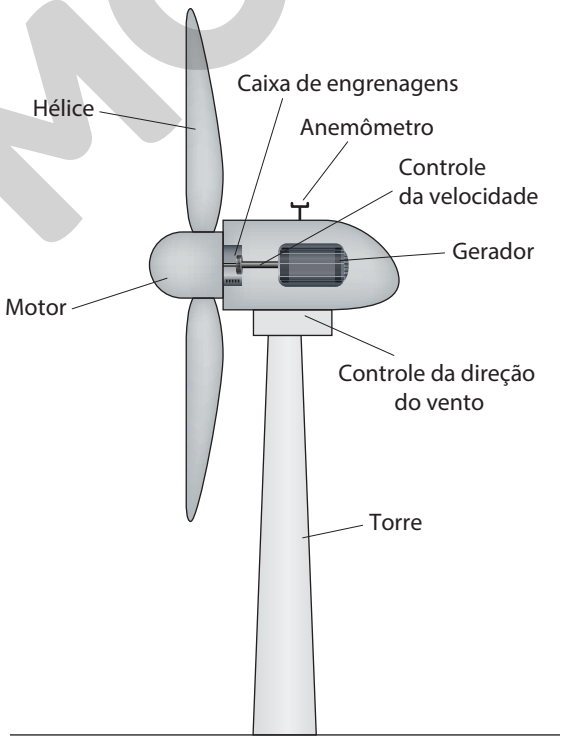
ILYA NAYMUSHIN/REUTERS/FOTOARENA

Uma das turbinas utilizadas em uma usina hidrelétrica para a geração de eletricidade. (Rússia, 2018.)

Nas usinas hidrelétricas, é a energia cinética da água em queda que rotaciona as turbinas, provocando a variação do campo magnético e a geração de corrente elétrica. Nas usinas termelétricas e também nas nucleares, a rotação das turbinas é devida ao vapor-d'água sob alta pressão que incide nas palhetas das turbinas.



Esquema básico do funcionamento das usinas termelétrica e nuclear. A diferença entre elas está na fonte de calor. No caso das usinas termelétricas, o calor é gerado pela queima do combustível fóssil, enquanto nas usinas nucleares o calor é gerado por transformações nucleares que ocorrem em certos átomos de elementos químicos como urânio e plutônio. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)



Esquema de funcionamento de uma usina eólica. O vento é o fator responsável por girar as pás e, consequentemente, a bobina interna do gerador. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Não escreva no livro.

Usinas maremotrizes

Não é apenas a energia das quedas-d'agua represada nos rios que pode ser utilizada para acionar turbinas e gerar energia elétrica. Embora ainda existam dificuldades a serem vencidas, também o subir e descer das marés em intervalos de 6 horas pode ser usado como recurso energético renovável. Para ter uma ideia, o custo de instalação de uma usina geradora maremotriz é cerca de cinco vezes maior do que o de uma hidrelétrica. Além disso, é preciso avaliar as consequências da construção da usina nas atividades econômicas da região e os danos ambientais que podem ser provocados nos ecossistemas marinhos.

Na década de 1960, em Saint-Malo (França), foi construída a usina maremotriz de La Rance, primeira do mundo a aproveitar a diferença entre as marés altas e baixas da região. Na área da usina, essa diferença varia de 8 a 13 metros, aproximadamente, permitindo a construção de uma barragem para aprisionar a água do mar e liberá-la para o acionamento das turbinas.

As turbinas embutidas na barragem da usina de La Rance, que têm 330 metros de comprimento, permitem a instalação de uma potência média capaz de suprir uma cidade com aproximadamente 100 mil habitantes.

É importante lembrar que toda forma de geração de energia tem aspectos positivos e negativos. As hidrelétricas, por exemplo, têm a favor o fato de utilizarem fonte renovável, e contra, a necessidade de submersão de grandes áreas para a criação de um lago, entre outros.

HEMIS/ALAMY/ FOTOARENA

JULIANA.B/SHUTTERSTOCK

A barragem da usina maremotriz de La Rance foi implementada na região de Saint-Malo, ao norte da França, e utiliza a energia do mar para produzir eletricidade de forma limpa e renovável. (França, 2018.)

1. Indique no caderno quais dos aspectos a seguir podem ser considerados positivos ou negativos à implantação de uma usina maremotriz de geração de eletricidade.

a) Impacto sobre o ecossistema marinho.
b) Fornecimento de eletricidade para pequenas comunidades caiçaras.
c) Custo do material para a construção.
d) Intervalos de aproximadamente 12 horas entre duas marés altas sucessivas.
e) Utilização de fonte renovável e não poluidora.
f) Diferença entre as alturas das marés alta e baixa.

MODERNA

Matriz energética e matriz elétrica brasileira

Dá-se o nome de matriz energética ao conjunto de todas as fontes de energia, renováveis ou não, a que um país tem acesso e aproveita para a distribuição aos três setores da economia.

SETORES DA ECONOMIA

SETOR PRIMÁRIO	SETOR SECUNDÁRIO	SETOR TERCIÁRIO
Retirada da matéria-prima da natureza. – Agropecuária – Pecuária – Extrativismo (vegetal, mineral, animal)	Transformação da matéria-prima em produto. – Indústria – Construção civil	Venda e distribuição dos produtos. – Comércio – Serviços

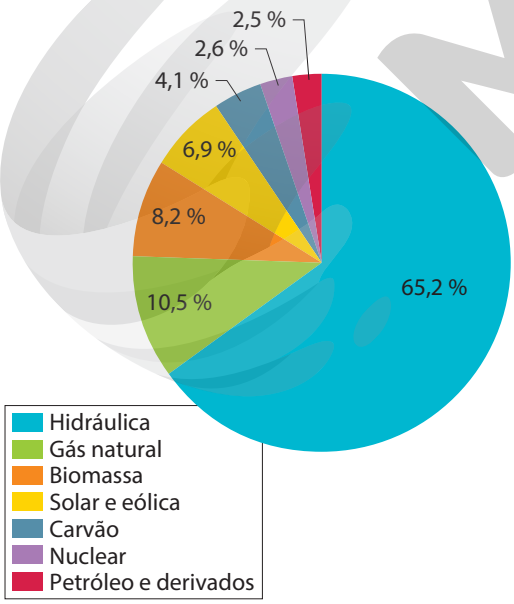
Entre os três setores, o setor secundário, que inclui a produção industrial, é o responsável pela maior parcela de consumo, quase metade de toda a energia gerada atualmente em nosso país.

A **matriz elétrica** é o conjunto de fontes energéticas destinadas unicamente à geração de energia elétrica, enquanto na **matriz energética** estão presentes fontes de energia destinadas a todos os usos, elétricos ou não, como o abastecimento de veículos com combustíveis e o gás para os fogões e caldeiras. Há, portanto, diferença entre as matrizes energética e elétrica.

No caso específico da **matriz elétrica brasileira**, vale citar que a parcela relativa a fontes renováveis é maior do que a relativa a fontes não renováveis, diferentemente do que se pode observar na **matriz elétrica mundial**. Observe a comparação entre nossa matriz elétrica e a mundial.

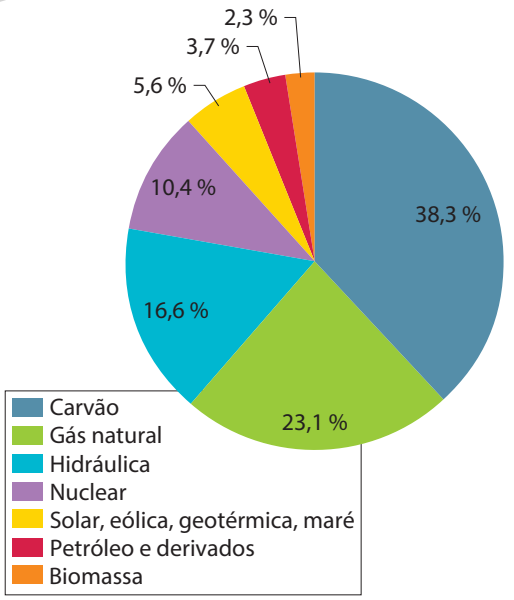
MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA (2017)

ERICSON GUILHERME LUCIANO



MATRIZ ELÉTRICA MUNDIAL (2016)

ERICSON GUILHERME LUCIANO



Fonte dos dados: Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energeticonacional-2018>. International Energy Agency. Disponível em: <https://www.iea.org/statistics/>. Acessos em: 29 jul. 2020.

MODERNA

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Atividades

Não escreva no livro.

1 Observando os gráficos que representam as matrizes elétricas brasileira e mundial, responda:

a) Qual é o porcentual relativo apenas às energias renováveis em cada uma das matrizes?

b) Qual é, em sua opinião, o motivo pelo qual mais da metade da energia elétrica disponível em nosso país é gerada em hidrelétricas?

c) Qual é a diferença entre os porcentuais de energia elétrica gerada em fontes não renováveis no mundo e no Brasil?

2 O porcentual relativo à geração de energia nuclear em todo o mundo passou a diminuir a partir da segunda metade da década de 2010, especialmente em países europeus e asiáticos. Você conhece os motivos que causaram essa diminuição? Pesquise para responder.

Equipamentos e consumo residencial

Qual é o consumo elétrico mensal médio em sua residência? Quanto do total de consumo é devido, aproximadamente, a cada morador? Qual é o equipamento de sua residência que mais consome energia elétrica?

PIRAT PIRAT/SHUTTERSTOCK

FERNANDO FAVORETTO/CRIAR IMAGEM

INSTA_PHOTOS/SHUTTERSTOCK

TERO VESALAINEN/SHUTTERSTOCK

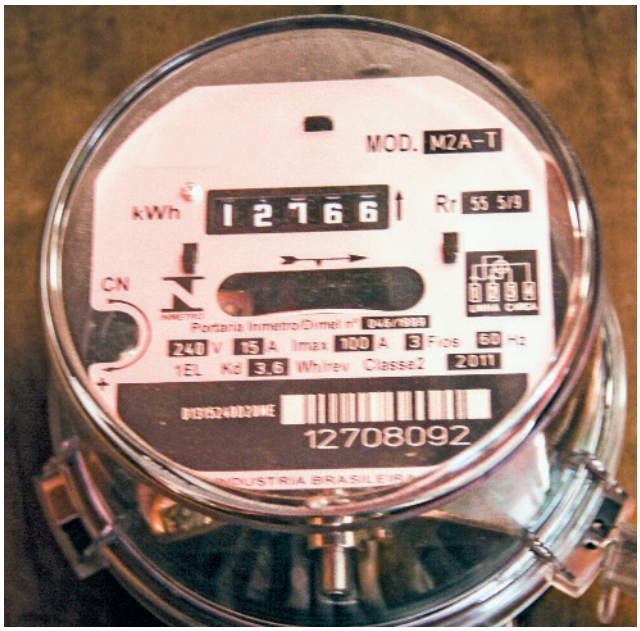
O uso de equipamentos elétricos e eletrônicos deve ser consciente e levar em conta o consumo de energia elétrica.

Avaliar o consumo de eletricidade em uma casa é importante por diversas razões. Em primeiro lugar, a economia na conta mensal de energia pode representar uma parcela considerável associada a outras economias no orçamento familiar.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

CELIO COSCIA/FOTOARENA



O consumo excessivo da energia elétrica pode representar uma parcela considerável do orçamento familiar.

Além disso, conhecer o modo de funcionamento dos equipamentos pode representar redução em seu desgaste e, portanto, aumento na durabilidade, evitando gastos desnecessários com uma eventual substituição. Por fim, a redução no consumo diminui a sobrecarga no sistema de geração de energia elétrica na região de sua residência, o que contribui para evitar os chamados apagões.

Para realizar o cálculo do consumo de um aparelho eletrodoméstico, é necessário conhecer algumas grandezas físicas, como a potência do aparelho, que é fornecida pelo fabricante. Essa potência (P) é a taxa por unidade de tempo (t) com que determinada quantidade de energia (E) é utilizada para a realização de uma função.

$$P = \frac{E}{t} \Rightarrow E = P \cdot t$$

Assim, para calcular a energia gasta por um aparelho ou seu consumo, basta multiplicar sua potência pelo tempo de uso. A unidade de medida de potência, no Sistema Internacional de Unidades (SI), é o joule por segundo (J/s), denominada **watt (W)**, em homenagem ao engenheiro escocês James Watt, que viveu no século XVIII e aperfeiçoou as máquinas térmicas. Alguns múltiplos do watt são bastante utilizados:

Quilowatt (kW) $= 10^3$ W
Megawatt (MW) $= 10^6$ W

Vamos considerar um chuveiro elétrico, um dos equipamentos que mais gastam energia elétrica nas residências, e calcular seu consumo para verificar o impacto que ele provoca na conta de luz.

Chuveiro elétrico: a potência do chuveiro varia de acordo com a posição da chave: de 4.500 watts a 6.000 watts no modo "Inverno (quente)" ou de 2.100 watts a 3.500 watts no modo "Verão (morno)". Para calcular o consumo de um chuveiro, deve-se fazer:

$$\text{Consumo} = \left(\frac{\text{potência em watt}}{1.000}\right) \times \text{(tempo) número de horas} = \text{total em kWh}$$

Vamos considerar que uma pessoa tome um banho demorado, de 10 minutos. Em um período de 30 dias, teremos:

$$10 \text{ minutos} = \left(\frac{1}{6}\right) \text{hora} \times 30 \text{ dias} = 5 \text{ h de uso (uma única pessoa!)}$$

Assim, se a potência for de 5.500 W e a utilização for de 5 horas, o consumo total, em kWh, será de $\frac{5.500 \text{ W}}{1.000} \times 5 \text{ h} = 27{,}5$ kWh.

Considere, agora, o valor da tarifa de aproximadamente 0,51 R$/kWh. Ao final de um mês, o gasto de uma pessoa para um banho diário de 10 minutos seria:

$0{,}51 \text{ R\$/kWh} \times 27{,}5 \text{ kWh} = \text{R\$ } 14{,}02$.

Um banho com metade do tempo de duração corresponderia à metade do valor: R$ 7,01. Isso para apenas uma pessoa! Se considerarmos uma família com quatro pessoas, teríamos uma economia de R$ 28,04/mês. Ao final de 1 ano, representaria uma economia de R$ 336,48 para apenas um eletrodoméstico.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Não escreva no livro.

Automóveis elétricos – o futuro

A descoberta relativamente recente do problema do aquecimento global tem obrigado as nações a rever o modo de produção de energia e de consumo, procurando fontes alternativas de energia, o que inclui possíveis substitutos para o petróleo e, consequentemente, para a gasolina.

A frota mundial de automóveis contribui de forma decisiva para a emissão do dióxido de carbono, um dos gases produtores do efeito estufa. Veículos movidos a biocombustíveis e a eletricidade apresentam-se hoje como candidatos a tomar o lugar dos veículos com motores à explosão.

No caso específico do carro elétrico, a engenharia automobilística sempre buscou transformá-lo em um substituto dos carros à combustão. Essa tentativa intensificou-se no início da década de 1970 como uma solução para a crise do petróleo e para o problema da poluição nas grandes cidades. No entanto, os motores elétricos esbarravam na falta de potência e autonomia. Embora a indústria automobilística venha melhorando esses dois itens desde então, os carros elétricos ou híbridos ainda são considerados caros. Assim como vem ocorrendo com a informática, porém, o barateamento e a popularização dos carros híbridos ou totalmente elétricos parece ser questão de tempo.

JL IMAGES/SHUTTERSTOCK

Os carros elétricos representam o futuro da indústria automobilística. Na imagem, um carro é colocado para recarregar sua bateria (Canadá, 2019).

O que faz um carro elétrico funcionar é a combinação de motor elétrico, regulador de motor e baterias. O regulador recebe energia das baterias e a repassa ao motor. O pedal do acelerador é ligado a um par de potenciômetros (resistores variáveis), que fornecem um sinal para avisar ao regulador quanta energia deve ser entregue. O regulador pode passar energia zero (carro parado), energia total (o motorista pisa fundo no acelerador) ou quaisquer níveis intermediários

Continua

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

de energia. Por medida de segurança, há dois potenciômetros (isso previne a situação em que um potenciômetro fique preso na posição de aceleração máxima). O regulador lê ambos e se assegura de que os sinais são iguais – se não forem, o regulador não opera. Assim, o regulador "pulsa" o motor, lendo a situação do pedal do acelerador nos potenciômetros e regulando a energia adequadamente.

Os motores dos carros elétricos podem ser CA (corrente alternada) ou CC (corrente contínua). As instalações CC tendem a ser mais simples e menos caras e ainda têm a boa característica de poderem operar com sobrecarga. As instalações CA permitem o uso de quase todo tipo de motor CA trifásico, o que possibilita encontrar mais facilmente um motor com o tamanho, a forma ou a potência nominal desejados. Além disso, os motores e os reguladores CA geralmente têm uma característica regenerativa, ou seja, durante a frenagem, o motor se transforma em um gerador e devolve energia para as baterias.

A bateria, que é a grande inovação do carro elétrico, foi também seu maior problema. Há alguns anos as baterias possuíam uma capacidade limitada a 100 quilômetros, demoravam cerca de quatro horas para carregar e tinham vida curta (de quatro anos). As pesquisas com células a combustível aumentaram muito a autonomia dos carros elétricos. Hoje algumas baterias (do tipo íon-lítio) têm autonomia entre 250 km e 500 km.

Outro problema comum aos carros elétricos era a sua baixa potência e aceleração, em comparação com os motores a gasolina. Alguns modelos de motores elétricos aceleram de 0 a 100 km/h em cerca de 5 segundos, valor típico de modelos superesportivos com motor a explosão. As indústrias automobilísticas têm conseguido solucionar os antigos problemas para tornar o carro elétrico mais próximo do desempenho dos carros a gasolina.

As novas tecnologias estão conseguindo diminuir o tempo de recarga e aumentar a tecnologia, mas ainda é preciso mais investimento (tanto de dinheiro como de tempo) para torná-los mais acessíveis em termos de custo. E isso deve acontecer em breve.

1. Imagine toda frota mundial de automóveis a gasolina transformada em carros totalmente elétricos. Essa mudança provocaria algum impacto em relação ao meio ambiente? Esse impacto seria apenas benéfico ou essa nova tecnologia traria consequências negativas? Discuta em grupo com seus colegas e com o professor os impactos que novas tecnologias podem trazer para a sociedade e o meio ambiente.

Atividades

Não escreva no livro.

1 Calcule o valor, em real, relativo ao consumo de energia elétrica **mensal** de uma lavadora de roupas residencial. Para tanto, considere que existem lavadoras com potências que vão de 400 W a 800 W. Procure saber quais são o modelo e a potência da máquina selecionada. Estime o tempo de uso, ou seja, quantas vezes por semana a máquina é ligada, e quanto tempo demora a cada lavagem. Se precisar, converse com outras pessoas para obter os dados necessários. Considere que a tarifa adotada pela companhia distribuidora de energia em "bandeira vermelha 1" seja R$ 4,00/kWh.

2 A potência de uma TV de LED de 42 polegadas é de 250 W, aproximadamente, e a potência de uma de 52 polegadas é de 310 W. Uma pessoa gostaria de comprar o aparelho televisor de 52 polegadas, mas tem receio do "gasto extra" que ele pode representar no fim do mês. Ela então considerou que assiste a televisão por cerca de 1 h 30 min por dia durante 1 mês e calculou, em real, a diferença no consumo entre as duas opções de TV. Qual foi a diferença encontrada, sendo a tarifa de R$ 6,00/kWh em "bandeira vermelha 2"?

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

Praticamente todas as fontes de energia são, na verdade, formas indiretas de uma só, a principal: a energia solar.

Se a energia do Sol não chegasse até nós, não teríamos rios, vento, florestas, oceanos, animais. Então, como pensar em hidrelétrica, parque eólico, termoelétrica, biomassa, ou combustíveis fósseis? Não há como.

Mas, além da importância da energia solar para a existência das demais fontes, é possível utilizar diretamente a radiação solar tanto para aquecimento de fluidos quanto para a geração de energia elétrica ou mecânica.

A radiação solar pode ser convertida diretamente em eletricidade ao incidir sobre um material especial, um semicondutor. Tal material, como expresso em seu nome, apresenta propriedade intermediária entre as apresentadas por um condutor e por um isolante. São feitas com semicondutores, como germânio (Ge) e silício (Si), as células fotovoltaicas, capazes de transformar a radiação solar em energia elétrica.

Se a energia solar é fonte renovável, limpa, não poluente e a temos praticamente o ano todo em nosso país, por que a utilizamos tão pouco?

Primeiro, há que se considerar que a eficiência na conversão da radiação solar em eletricidade depende do índice de radiação recebida pelas células. As melhores células operam com aproximadamente 25% de eficiência. Mas o maior problema não é esse, e sim o custo elevado das células solares. Instalar uma usina solar significa gastar cerca de 10 vezes mais do que para uma usina a gás natural.

Mas será que os pequenos impactos ambientais não justificariam os investimentos na instalação de parques solares? O que você acha? Discuta com seus colegas.

Fique por dentro

Internet

Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (EECC)
<https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/fontes?_afrLoop=5284862375291184&_adf.ctrl-state=18ckxb7s1a_1#!%40%40%3F_afrLoop%3D284862375291184%26_adf.ctrl-state%3D18ckxb7s1a_5>
Endereço eletrônico que apresenta e explica os diversos tipos de energias e formas de produção.

Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel)
<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar(3).pdf>
Documento digital do Ministério de Minas e Energia (MME) e do Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios que aborda de forma muito abrangente o tema da energia solar.

Portal Biossistemas Brasil (USP)
<http://www.usp.br/portalbiossistemas/?p58131>
Portal que apresenta uma notícia sobre uma usina solar flutuante e seus objetivos de implantação.

Comissão de Meio Ambiente (CMA)
<https://cbic.org.br/sustentabilidade/en_US/2019/01/11/piaui-instala-a-maior-usina-de-energia-fotovoltaica-da-america-latina/>
O *site* apresenta a importância da instalação da maior usina de energia fotovoltaica da América Latina, no Piauí.

Portal de notícias do governo do Estado de São Paulo
<https://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/villa-lobos-e-o-primeiro-parque-do-brasil-abastecido-por-energia-solar/>
O *site* apresenta a notícia de que o parque Villa-Lobos, situado na cidade de São Paulo, é o primeiro parque do Brasil abastecido por energia solar.

Greenpeace Brasil
<https://www.greenpeace.org/brasil/blog/planejamento-energetico-para-2027-projeta-um-brasil-mais-sujo-e-ameacado/?gclid5EAIaIQobChMIs9nK_rb_6AIVCgWRCh31yAzyEAAYASAAEgIzo_D_BwE>
O endereço eletrônico apresenta um texto com questionamentos e preocupações relacionados ao planejamento energético do Brasil.

Acessos em: 6 maio 2020.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Lugares para visitar

Itaipu – Binacional
Paraná, PR
<https://www.itaipu.gov.br/>
A grande usina hidrelétrica de Itaipu recebe visitantes com passeios turísticos dentro da usina, permitindo entender melhor o seu funcionamento.

Museu de Ciência e Tecnologia da Universidade do Estado da Bahia (MCT)
Salvador, BA
<http://www.uneb.br/mct>
O museu é um espaço de ideias e projetos que contribuem para a popularização da ciência, tornando-se um equipamento público de educação, cultura e lazer.

Acessos em: 30 jun. 2020

ATIVIDADES FINAIS

Não escreva no livro.

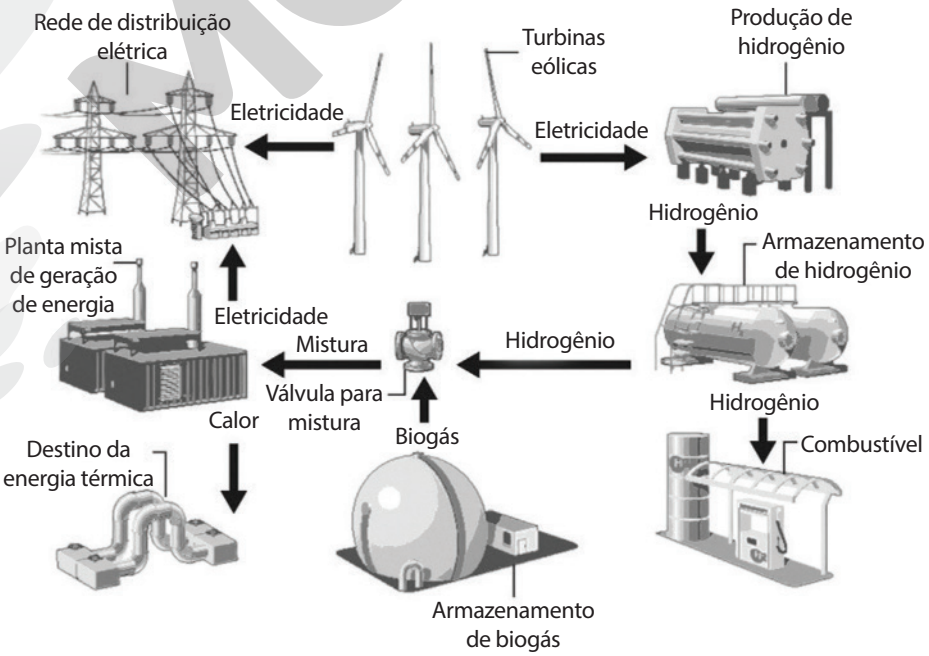
1 (Enem) Todo ano, cresce a demanda mundial de energia com o aumento das populações e do consumo. É cada vez mais necessário buscar fontes alternativas que não degradem os recursos do planeta nem comprometam a sobrevivência das espécies. Ainda há muito o que se descobrir sobre o uso eficiente de recursos energéticos provenientes de fontes renováveis, mas elas estão mais próximas do que parece da adoção em larga escala.

BARBOSA, M. A sustentabilidade da energia renovável. *Superinteressante*, n. 102, 1996.

Os recursos energéticos do tipo citado são provenientes de

a) pilhas e baterias.
b) usinas nucleares e hidrelétricas.
c) células solares e geradores eólicos.
d) centrais geotérmicas e termoelétricas.
e) usinas maremotrizes e combustíveis fósseis.

2 (Enem) A figura mostra o funcionamento de uma estação híbrida de geração de eletricidade movida à energia eólica e biogás. Essa estação possibilita que a energia gerada no parque eólico seja armazenada na forma de gás hidrogênio, usado no fornecimento de energia para a rede elétrica comum e para abastecer células a combustível.



REPRODUÇÃO/ENEM 2017

Disponível em: <http://www.energies-renouvelables.org/systemes-solaires/sommaire-journal-du-photovoltaique-8.asp>. Acesso em: 12 abr. 2021 (adaptado).

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Mesmo com ausência de ventos por curtos períodos, essa estação continua abastecendo a cidade onde está instalada, pois o(a)

a) planta mista de geração de energia realiza eletrólise para enviar energia à rede de distribuição elétrica.

b) hidrogênio produzido e armazenado é utilizado na combustão com o biogás para gerar calor e eletricidade.

c) conjunto de turbinas continua girando com a mesma velocidade, por inércia, mantendo a eficiência anterior.

d) combustão da mistura biogás-hidrogênio gera diretamente energia elétrica adicional para a manutenção da estação.

e) planta mista de geração de energia é capaz de utilizar todo o calor fornecido na combustão para a geração de eletricidade.

3 (Enem) Alguns peixes, como o poraquê, a enguia-elétrica da Amazônia, podem produzir uma corrente elétrica quando se encontram em perigo. Um poraquê de 1 metro de comprimento, em perigo, produz uma corrente em torno de 2 ampères e uma voltagem de 600 volts. O quadro apresenta a potência aproximada de equipamentos elétricos.

Equipamento elétrico	Potência elétrica
Exaustor	150
Computador	300
Aspirador de pó	600
Churrasqueira elétrica	1.200
Secadora de roupas	3.600

O equipamento elétrico que tem potência similar àquela produzida por esse peixe em perigo é o(a):

a) exaustor.

b) computador.

c) aspirador de pó.

d) churrasqueira elétrica.

e) secadora de roupas.

Próximos passos

Neste capítulo você estudou como a interligação entre dois importantes conceitos, eletricidade e magnetismo, é a base para a geração de energia elétrica na maioria absoluta das usinas que compõem a matriz elétrica de nosso país.
Estudou também que as fontes energéticas podem ser classificadas em renováveis ou não renováveis e que o aproveitamento de praticamente todas as fontes traz algum problema para o meio ambiente. No capítulo seguinte você ampliará esse estudo, analisando como algumas das intervenções causadas por instalações de usinas geradoras de energia estimulam danos ambientais, notadamente o aumento da poluição atmosférica. Como se vê, são temas do mais alto interesse para a manutenção da qualidade da vida em nosso planeta.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

CAPÍTULO

5

Impactos ambientais

Veja respostas e comentários das atividades do capítulo no **Suplemento do Professor**.

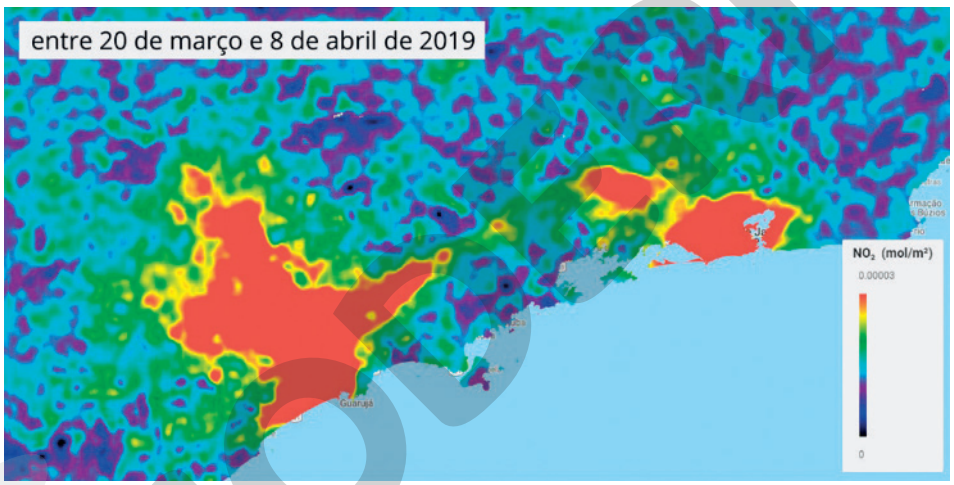
BNCC:
EM13CNT101
EM13CNT104
EM13CNT105
EM13CNT106
EM13CNT203
EM13CNT206
EM13CNT301
EM13CNT302
EM13CNT303
EM13CNT306
EM13CNT307

Para começo de conversa

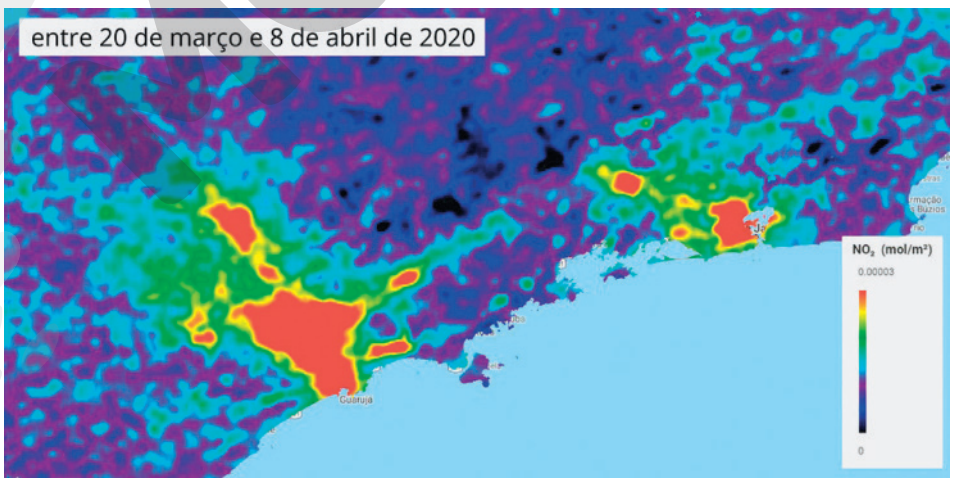
No capítulo anterior, você teve a oportunidade de analisar as diversas alternativas de obtenção de um dos tipos de energia mais utilizados em nosso cotidiano: a elétrica.

Vale lembrar que, apesar de fundamentais para vivermos com qualidade, tanto na obtenção da eletricidade quanto na de qualquer outra forma de energia, causamos problemas para nós mesmos e para o ambiente de modo mais amplo. Esse é o assunto que será tratado neste capítulo.

Em meio às inúmeras dificuldades que o Brasil e o mundo passaram no enfrentamento da pandemia da covid-19, algumas observações nos permitem aprender e refletir a respeito dessas dificuldades. Abaixo estão duas imagens que ilustram a redução da concentração de dióxido de nitrogênio (NO_2, gás de coloração castanha) nas regiões metropolitanas do RJ e de SP, comparando períodos idênticos de 2019 e 2020.



DIEGO HEMKEMEIER SILVA/INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA



DIEGO HEMKEMEIER SILVA/INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA - IMA/SC

Mapas desenvolvidos pelo Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina, com base em dados obtidos por meio do satélite Sentinel-5P, da Agência Espacial Europeia (ESA, na sigla em inglês).

Analise as imagens acima e sugira hipóteses que expliquem as diferenças encontradas.

Que atividades humanas você supõe terem sido reduzidas e que impacto tiveram sobre a qualidade do ar?

Que processos de transformação da matéria teriam deixado de acontecer?

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Qualidade do ar

O ar atmosférico é puro?

O ar que constitui a atmosfera é uma mistura de gases e vapor de água. Por isso, a expressão "ar puro" não tem relação com o uso que se faz em Química da palavra "puro" (e de seus derivados). Na verdade, o adjetivo diz respeito à qualidade do ar que respiramos.

Os principais componentes do **ar** seco, não poluído, são:

Composição do ar seco		
Nome	**Fórmula química**	**Porcentagem em volume (15 °C e 1 atm)**
Nitrogênio	N_2	78,1
Oxigênio	O_2	20,9
Argônio	Ar	0,93
Gás carbônico	CO_2	0,031

Professor, lembrar aos alunos que a porcentagem em volume coincide com a porcentagem em quantidade de matéria.

Fonte: HAYNES, W. M. (ed.). *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 97th ed. Boca Raton, FL: CRC Press/Taylor and Francis, 2017.

Atenção: A concentração de alguns componentes do ar pode apresentar pequenas variações quando se compara uma região do planeta com outra; é o caso, por exemplo, do dióxido de carbono, CO_2.

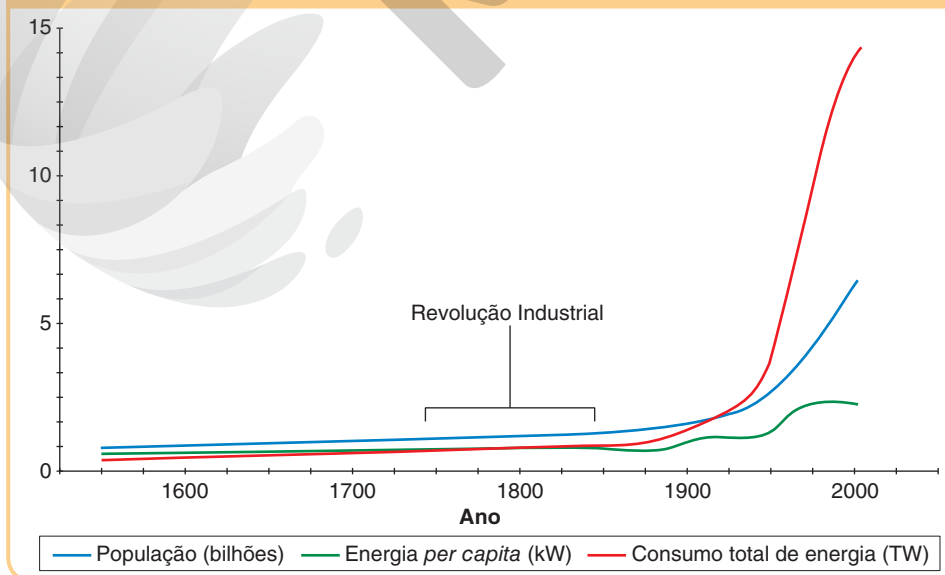
Além desses gases, estão presentes em menor concentração neônio (Ne), hélio (He), criptônio (Kr), xenônio (Xe), hidrogênio (H_2) e metano (CH_4).

Preocupações com a qualidade do ar

A preocupação com a qualidade do ar tem ganhado muito espaço na mídia. Uma rápida busca no noticiário, pela internet, evidenciará notícias a esse respeito e até mudanças na legislação para garantir a qualidade do ar que respiramos.

O consumo de energia no mundo vem aumentando, especialmente a partir da Revolução Industrial (entre o final do século XVIII e o início do século XIX). No entanto, foi a partir de meados do século XX, após a Segunda Guerra Mundial, que o consumo de energia aumentou substancialmente, atingindo proporções preocupantes, conforme o gráfico abaixo evidencia. Verifica-se que, quanto maior é o PIB de um país e mais alto o padrão de vida de sua população, maior é o consumo de energia.

CONSUMO MUNDIAL DE ENERGIA E CRESCIMENTO DA POPULAÇÃO AO LONGO DOS SÉCULOS



ERICSON GUILHERME LUCIANO

Fonte: EHRLICH, P. R.; KAREIVA, P. M.; DAILY, G. C. Securing natural capital and expanding equity to rescale civilization. *Nature*, v. 486, p. 68-73, 7 jun. 2012. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nature11157>. Acesso em: 18 maio 2020.

Caixa de ferramentas

Vale lembrar:
k, quilo, 10^3 (1 mil)
G, giga, 10^9 (1 bilhão)
T, tera, 10^{12} (1 trilhão)

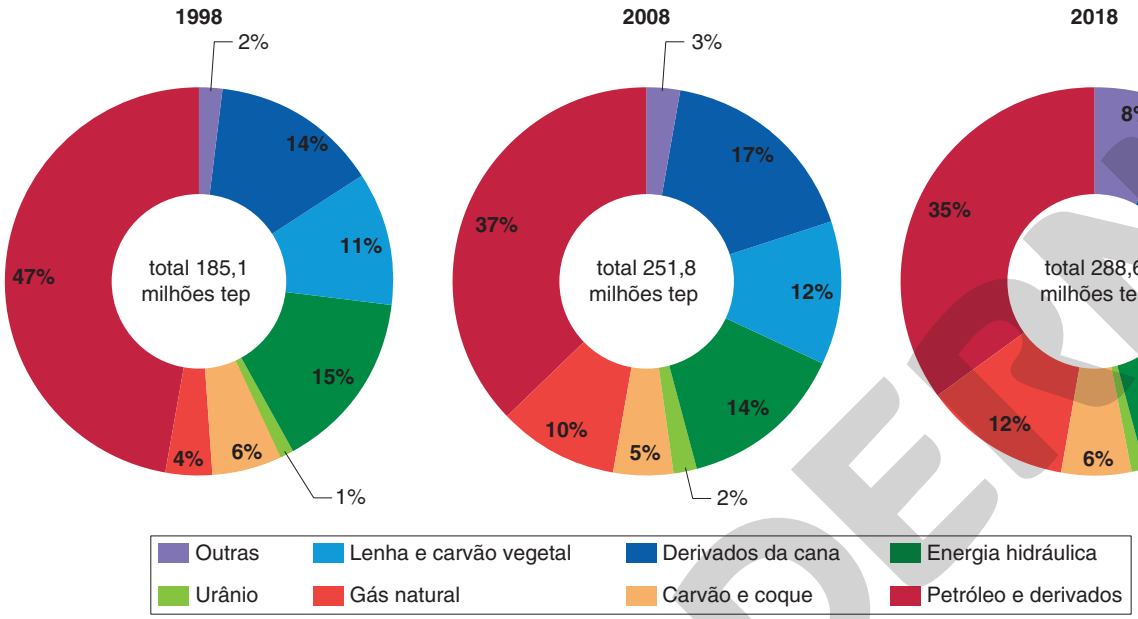
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Nesse aspecto, vale relembrar as duas questões centrais que constituem o foco de nossas preocupações: uma relativa ao uso nem sempre eficiente das fontes de energia, o que gera desperdícios, e outra relativa à natureza das principais matrizes energéticas, que são "sujas" – os combustíveis fósseis (carvão e petróleo) –, responsáveis pela produção dos poluentes que vamos analisar adiante; esse uso também tem sido associado à intensificação do efeito estufa. Os gráficos a seguir podem ajudá-lo a relembrar a que estamos nos referindo; neles estão os dados brasileiros comparando os anos de 1998, 2008 e 2018 sobre o consumo de energia por fonte, expresso em porcentagem.

ERICSON GUILHERME LUCIANO

EVOLUÇÃO DA OFERTA DE ENERGIA PRIMÁRIA NO BRASIL



Nota: Inclui importações de energia.
Outras: inclui eólica, solar e outras fontes renováveis e não renováveis.

Fonte: Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (IBP). Disponível em: <https://www.ibp.org.br/observatorio-do-setor/oferta-de-energia-primaria-brasil/>. Acesso em: 13 abr. 2020.

Caixa de ferramentas

tep

A sigla significa "tonelada equivalente de petróleo"; é uma unidade de energia definida como calor liberado na combustão de uma tonelada de petróleo cru. Vale, aproximadamente, 10^{10} cal ou, aproximadamente, 42 gigajoules (ou 42 GJ).

Nos gráficos acima, observe o aumento da parcela (em lilás) de outras fontes de energia primária. Esse aumento está relacionado com a crescente preocupação em se obter energia de fontes alternativas e mais sustentáveis.

Estabelecer as condições-padrão de qualidade do ar não é uma questão simples porque, se por um lado podemos determinar os limites de tolerância dos seres vivos a determinada substância em curto espaço de tempo, por outro lado não é fácil saber quais serão seus efeitos no organismo a longo prazo. Além disso, há a possibilidade de ocorrerem **efeitos sinérgicos**, que são resultados da ação de várias substâncias juntas. A absorção do conjunto de poluentes, portanto, produz prejuízo maior ao organismo do que o que teríamos se somássemos os efeitos de cada um deles, isoladamente.

Conceito de poluente atmosférico

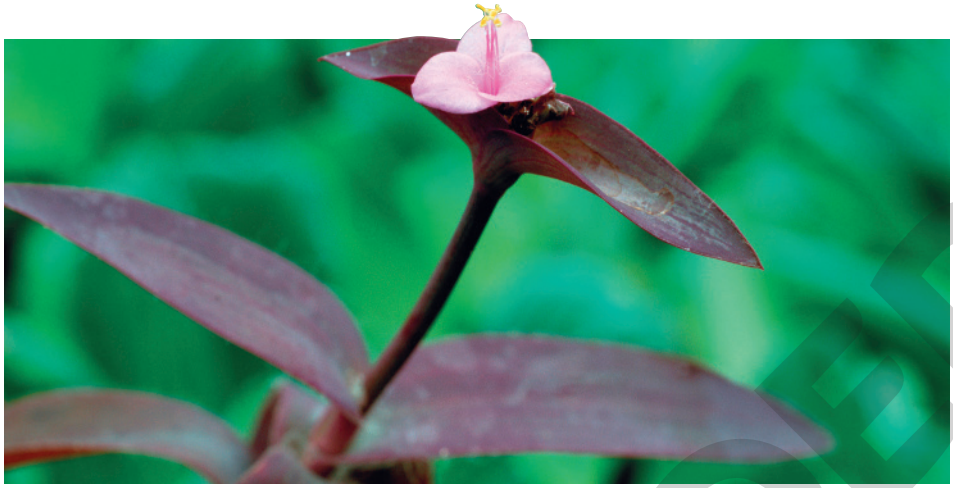
É preciso ter cuidado para não se deixar ludibriar com a aparente ausência de poluição em um belo dia de céu azul. Como já estudamos, há substâncias gasosas que nos fazem muito mal e que não têm cheiro ou cor, o que nos impede de percebê-las. E o que é pior: nossa consciência fica livre de fazermos nossa parte para evitar que elas continuem a danificar nossa saúde e o ambiente.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), o conceito de **poluente atmosférico** refere-se a qualquer substância presente no ar que, tendo em vista sua concentração, possa torná-lo impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.

Um exemplo interessante de utilização favorável dos danos causados por esses agressores ambientais foi comprovado no uso de plantas para monitorar a presença de poluentes atmosféricos, como ocorre com a que é conhecida como **coração-roxo**. Estudos realizados pelo Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental da Universidade de São Paulo (USP) comprovaram que essa planta, cujo nome científico é *Tradescantia pallida*, ajuda a monitorar a qualidade do ar, por meio do monitoramento de determinadas mudanças sofridas pelo vegetal.



BLICKWINKEL/ALAMY STOCK PHOTO/FOTOARENA

A planta conhecida por coração-roxo (*Tradescantia pallida*) tem cerca de 20 cm de altura e atua como um bioindicador da poluição atmosférica.

Amostras dessas plantas, colocadas em determinados locais, são periodicamente recolhidas e encaminhadas para a USP e para o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen), responsáveis por detectar os poluentes encontrados. No Brasil, o município de Santo André (SP) foi a primeira em que esse procedimento foi implantado.

Tipos de poluentes atmosféricos do ambiente urbano

Os poluentes atmosféricos urbanos podem ser de dois tipos: **poluentes primários** e **poluentes secundários**.

Poluentes primários são aqueles lançados pela fonte que os produz diretamente na atmosfera. Já os poluentes secundários são os que se formam no ambiente, por meio de interações envolvendo poluentes primários.

Principais fontes de poluição atmosférica

Embora a maior parte da poluição ambiental decorra de ações humanas, isto é, seja de origem **antropogênica**, parte dela é **natural**.

Fontes naturais

Entre os exemplos de poluentes de origem natural podemos mencionar os vulcões, cujas erupções lançam à atmosfera gases e partículas sólidas; "nuvens" de partículas finamente divididas são transportadas por ventos fortes de regiões em que o solo se encontra sem vegetação.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

RANTO KRESEK/AFP/GETTY IMAGES

Vista aérea da cratera do vulcão Monte Merapi, localizado na ilha de Java (Indonésia), em atividade em 13 de fevereiro de 2020.

Nessas erupções, além da emissão de material particulado, são lançadas à atmosfera grandes quantidades de gases: dióxido de enxofre (SO_2), sulfeto de hidrogênio (H_2S), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio – monóxido de nitrogênio (NO) e dióxido de nitrogênio (NO_2) – e hidrocarbonetos – compostos constituídos apenas de carbono e hidrogênio.

Entre os exemplos de poluentes originados por ação humana podemos citar:

- **Combustões** – as queimas de vegetação, de carvão (para uso doméstico e industrial), de madeira (para a obtenção de carvão vegetal), de óleos e derivados de petróleo (para a obtenção de energia em veículos automotores, indústrias e usinas termoelétricas) e de resíduos sólidos são exemplos bastante comuns.

As queimadas podem ocorrer por razões naturais ou por ações humanas – como nos incêndios criminosos e nas queimadas controladas para remover a vegetação de uma área para posterior plantio. As regiões que apresentam temperatura elevada são muito suscetíveis a queimadas nos períodos mais secos do ano, quando a umidade relativa do ar está mais baixa, o que favorece a propagação de focos de incêndio.

ANDRE DIB/PULSAR IMAGENS

Incêndio na região do cerrado da Chapada dos Veadeiros – Goiás (GO), em setembro de 2019.

No Brasil, é possível acompanhar as regiões em cujas matas estão acontecendo queimadas por meio do *site* do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), indicado no **Fique por dentro**.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

PODERIA

- **Atividades industriais e de outras áreas produtivas** – nesses casos, os componentes das emissões variam bastante com o tipo de atividade.

ALEX TAUBER/PULSAR IMAGENS

A fumaça industrial é um componente característico da poluição atmosférica. Usina de cana-de-açúcar em Leme (SP), 2018.

Os poluentes emitidos em atividades humanas variam bastante, embora alguns deles sejam mais frequentes. De modo geral, essas fontes são responsáveis pela emissão, principalmente, de: material particulado, dióxido de enxofre (SO_2), trióxido de enxofre (SO_3), monóxido de carbono (CO), **hidrocarbonetos**, compostos orgânicos oxigenados (contendo carbono, hidrogênio e oxigênio), óxidos de nitrogênio (genericamente representados por NO_x) e cloreto de hidrogênio (HCl).

As emissões preponderantes de monóxido de carbono e hidrocarbonetos provêm dos veículos leves, e as de óxidos de nitrogênio, dos veículos pesados.

Principais poluentes primários

Material particulado

Pequenas partículas com diâmetro inferior a 10 micrômetros (10 μm), presentes na atmosfera, são um grave problema de contaminação ambiental. Você pode imaginar por quê?

Essas pequenas partículas podem atingir nossos alvéolos pulmonares e causar danos ao organismo, porém o efeito delas depende de sua natureza química.

Já partículas maiores, com diâmetro superior a 10 micrômetros (10 μm), são retidas na parte superior do aparelho respiratório.

Algumas partículas sólidas podem se acumular nos pulmões, ocasionando a chamada pneumoconiose, doença comum em trabalhadores de minas. Em fase inicial, essa doença ocasiona inflamação dos pulmões; porém, com o tempo eles tornam-se fibrosos, perdem a elasticidade, o que impede que se expandam, tornando as trocas gasosas que ocorrem na respiração cada vez mais difíceis.

Caixa de ferramentas

Hidrocarbonetos

Compostos constituídos apenas por átomos de carbono e hidrogênio. Entre os exemplos desses compostos podemos citar: o gás metano (CH_4), fonte de energia que pode ser obtida do lixo orgânico; o butano (C_4H_{10}), um dos compostos presentes no gás de botijão; e os compostos constituintes da gasolina.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Vamos destacar agora alguns problemas decorrentes da existência desse tipo de poluição:

- torna a atmosfera mais turva, o que causa redução da visibilidade (responsável por acidentes em estradas, principalmente quando associado a neblinas), além de sujar as superfícies de edifícios, veículos, móveis, objetos, por exemplo, e, em muitos casos, provoca a corrosão dos materiais;
- é retida nos alvéolos pulmonares, comprometendo as trocas gasosas entre o oxigênio e o dióxido de carbono;
- algumas partículas contêm substâncias tóxicas, com propriedades carcinogênicas (que podem desencadear o câncer) – é o que acontece, por exemplo, com partículas finas de fuligem que podem carregar esse tipo de compostos;
- algumas substâncias acentuam os efeitos de gases irritantes presentes no ar, ou catalisam a transformação desses gases, originando substâncias mais tóxicas (efeito sinérgico). Assim, por exemplo, a presença conjunta de material particulado e dióxido de enxofre tem maior efeito nocivo do que a soma das consequências de cada um desses poluentes atmosféricos.

Fontes de material particulado

Podemos classificar essas fontes em:

- naturais, que correspondem ao arraste de pó pelo vento, a atividades vulcânicas, a partículas de cloreto de sódio dispersas no ar em regiões litorâneas, entre outras;
- decorrentes da ação humana, que ocorrem nas combustões (industriais, em usinas termoelétricas, automóveis, locomotivas, aviões, incineradores de lixo, queimadas da madeira e de florestas, entre outras) ou em processos industriais (fábricas de cimento, cal, cerâmica, fundições etc.).

Poluentes atmosféricos gasosos

Antes de nos determos nos mais importantes poluentes que comprometem a qualidade do ar que respiramos, vamos falar um pouco sobre um gás que, embora seja um poluente do ar das grandes cidades, tem papel positivo em nossa vida: o **ozônio**.

Ozônio, nosso aliado e nosso inimigo

O ozônio (O_3) é um gás eficiente como bactericida. Em seu processo de decomposição, suas moléculas se transformam em gás oxigênio e átomos de oxigênio livres, altamente reativos:

$$O_3(g) \xrightarrow{\text{decomposição}} O_2(g) + O(g)$$

Ele é obtido por transformação do gás oxigênio (O_2) mediante descarga elétrica:

$$3\ O_2(g) \xrightarrow{\text{descarga elétrica}} 2\ O_3(g)$$

Apesar dessa e de outras propriedades que podem ser usadas a nosso favor, no ambiente o ozônio tem papel contraditório e é de conhecimento público sua participação na chamada **camada de ozônio**, região que faz parte da estratosfera. Sobre isso, serão feitos esclarecimentos adiante.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Embora o senso comum nos leve a atribuir ao ozônio apenas seu papel benéfico, de protetor da vida, a presença desse gás na baixa atmosfera é motivo de grande preocupação, o que é fácil constatar em algumas chamadas do noticiário. Logo adiante voltaremos a enfocar o ozônio, abordando o papel indesejável que ele pode exercer em nossa saúde.

Você deve se recordar de que o ar próximo à superfície terrestre é uma mistura gasosa formada por substâncias bastante estáveis, como nitrogênio (N_2), oxigênio (O_2), argônio (Ar), gás carbônico (CO_2) e água (H_2O). Nessa região, a troposfera – até aproximadamente 10 km de altitude –, praticamente não existe ozônio. Apesar disso, é possível sentir o cheiro de ozônio durante uma tempestade, quando as descargas elétricas provocam a transformação de $O_2(g)$ em $O_3(g)$ (talvez você reconheça esse cheiro caso já tenha tido contato com aparelhos que usam esse gás para desinfetar a água).

No entanto, graças à sua pequena estabilidade, mesmo à temperatura ambiente, o ozônio tende rapidamente a se transformar de novo em oxigênio:

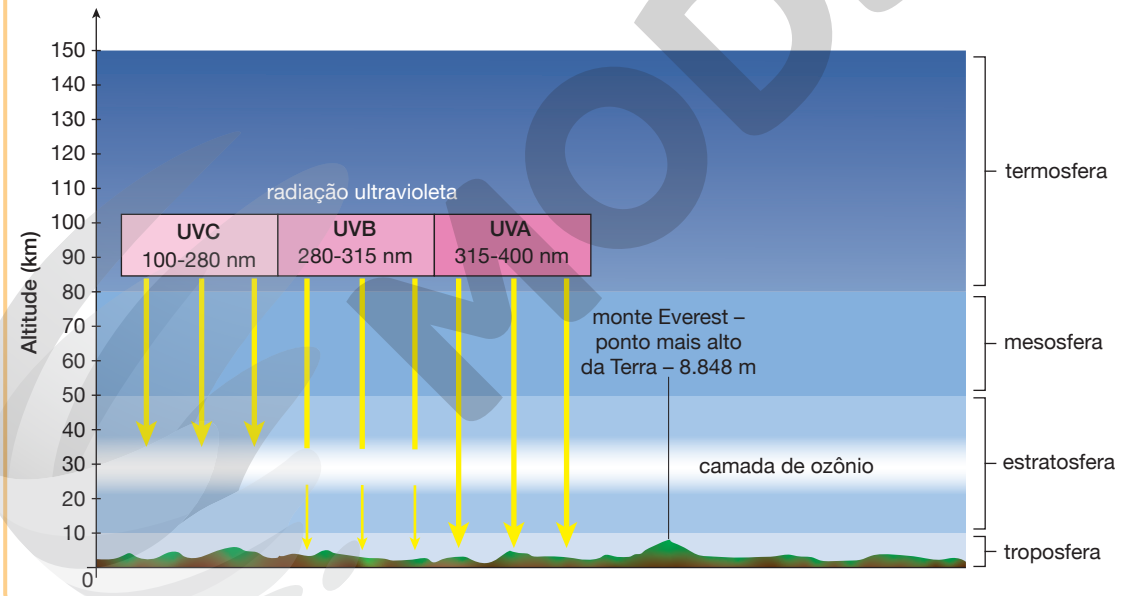
$$2\ O_3(g) \rightleftharpoons 3\ O_2(g)$$

Em regiões atmosféricas superiores, o ozônio está naturalmente presente. A já mencionada camada de ozônio faz parte da estratosfera, região da atmosfera entre 10 km e 50 km de altitude. Nessa região, a concentração dessa substância é mais alta. A uma altitude de aproximadamente 28 km, a concentração de O_3 é máxima: há cerca de 5 moléculas de O_3 para cada 1 milhão de moléculas de O_2.

A camada de ozônio protege os seres vivos da ação nociva de fração da radiação ultravioleta (UVB). Por isso, o ozônio é um dos gases que têm sido foco das atenções da comunidade científica, dos governos e da mídia.

CAMADAS DA ATMOSFERA

NELSON MATSUDA



Fonte consultada: FILHO, K. S. O.; SARAIVA, M. F. O. *O Sol*: a nossa estrela. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/esol/esol.htm>. Acesso em: 19 maio 2020.

Camadas da atmosfera, com destaque para a camada de ozônio, que tem a função de filtrar uma parte da radiação ultravioleta (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

O termo "camada" é usado porque o gás ozônio (O_3) se encontra presente em uma região cuja extensão horizontal é imensa, chegando, em algumas altitudes, a envolver completamente a Terra; diante dessa extensão horizontal, sua espessura pode ser considerada pequena.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Não escreva no livro.

A camada de ozônio e o Prêmio Nobel de 1995

Em 1974, os cientistas Mário J. Molina (1943-) e F. Sherwood Rowland (1927-2012) foram considerados alarmistas ao chamar a atenção da comunidade científica para os riscos da destruição da camada de ozônio pela ação dos CFCs, os clorofluorocarbonetos. No trabalho que publicaram então, revelaram que a extensão dessa "destruição" do ozônio só poderia ser constatada anos mais tarde, já que os CFCs permaneceriam atuando na redução da concentração do ozônio (O_3) estratosférico por muitos anos. Isso implicaria que, quando a destruição dessa camada fosse mais claramente mensurável, o problema não teria como ser revertido a curto prazo. E foi o que infelizmente aconteceu. Por isso, em 1995, o mexicano Molina e o estadunidense Rowland ganharam o Prêmio Nobel de Química, com o holandês Paul Crutzen (1933-).

Rowland ficou intrigado porque as quantidades de CFC-11 (CCl_3F) e CFC-12 (CCl_2F_2) encontradas por outros cientistas na atmosfera eram muito próximas das lançadas ao ambiente. Quer dizer, ao contrário da quase totalidade dos poluentes atmosféricos que após um tempo relativamente curto desaparecem da atmosfera, esses CFCs mantinham-se sem se alterar por muito tempo.

Molina associou-se a Rowland para pesquisar o percurso e a durabilidade dos CFCs na atmosfera. Esses cientistas concluíram que, apesar de essas substâncias serem bastante estáveis em regiões próximas da superfície (troposfera), decompunham-se na estratosfera por ação de ondas ultravioleta. Nessa decomposição dos CFCs são liberados átomos de cloro, que reagem com as moléculas de ozônio; **um único átomo de Cl é capaz de decompor milhares de moléculas de O_3.** Dessa forma, concluíram que as emissões de CFCs na troposfera têm relação com um processo muito posterior: a redução da camada de ozônio. Ao atingirem regiões mais altas da atmosfera, os CFCs dão origem ao **Cl**, que tem **efeito catalítico na decomposição do O_3.**

Dez anos depois, outros cientistas constataram que havia um "buraco na camada de ozônio" no polo Sul. Esse fato favoreceu a formulação de um acordo entre países, o Protocolo de Montreal, assinado em 1987, com o objetivo de viabilizar ações de cooperação internacional para banir a utilização dos clorofluorocarbonetos, CFCs, e de outros compostos que danificam a camada de ozônio. Mas foi somente em janeiro de 1995 que, por meio de um satélite da Nasa, foi possível confirmar a relação entre CFCs e O_3 prevista por Molina e Rowland. Isso explica o fato de o Prêmio Nobel de Química só ter sido concedido aos dois cientistas após quase vinte anos da publicação de seus estudos em uma revista científica.

Atividade em grupo

1. Façam uma pesquisa a respeito dos estudos sobre a camada de ozônio e os acordos internacionais que objetivam reduzir a sua destruição, bem como sobre os estudos relativos ao tema, que vêm sendo elaborados pelo Inpe, em: <http://meioambiente.cptec.inpe.br/>; acesso em: 13 abr. 2020. Em seguida, redijam um texto no qual constem:

- a localização da camada de ozônio;
- o papel da camada de ozônio na manutenção da vida na Terra;
- a utilização dos CFCs;
- os substituintes dos CFCs;
- as principais medidas internacionais de proteção à camada de ozônio;
- como têm variado as dimensões do "buraco" na camada de ozônio na região polar nos últimos anos.

Observação: não se esqueçam de utilizar fontes confiáveis e de indicá-las na bibliografia empregada na realização do trabalho.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Monóxido de carbono: CO

Você possivelmente já sabe que o monóxido de carbono (CO) é um gás incolor e inodoro e isso é muito preocupante, pois nossos sentidos não conseguem detectá-lo. Assim, é possível ficarmos expostos a altas concentrações desse gás sem notar, o que é perigoso, já que ele é extremamente tóxico, podendo até mesmo causar a morte.

A hemoglobina do sangue tem a função de transportar o oxigênio inalado a todas as células do nosso organismo. Esse processo pode ser representado pela equação química a seguir:

$$O_2(g) + \text{hemoglobina (aq)} \rightleftharpoons \text{oxiemoglobina (aq)}$$

Quando inalamos ar poluído por monóxido de carbono, esse composto, ao chegar aos pulmões e entrar em contato com o sangue, interfere no processo de transporte de oxigênio pela hemoglobina. Isso porque o CO se liga à hemoglobina formando a carboxiemoglobina (HbCO), que é mais estável do que o produto formado pela interação entre O_2 e hemoglobina (oxiemoglobina, HbO_2).

Por conta da estabilidade desse composto, há a tendência de o CO remover o O_2 da oxiemoglobina:

$$CO(g) + HbO_2(aq) \rightleftharpoons HbCO(aq) + O_2(g)$$

Na temperatura do corpo (aproximadamente 36,5 °C), a formação da carboxiemoglobina em relação à reação que origina oxiemoglobina é cerca de 200 vezes mais favorecida. Quanto maior a concentração de CO em contato com nosso sangue, menor a possibilidade de a hemoglobina transportar o O_2, dando origem à oxiemoglobina (HbO_2). Consequentemente, o processo vital de oxigenação das células pode ser comprometido.

Como você sabe, quem vive em regiões urbanas está exposto ao monóxido de carbono em concentrações variáveis. Os efeitos dessa exposição dependem dos valores dessas concentrações e do tempo de exposição; a tabela abaixo dá uma ideia geral dessa relação. De qualquer forma, é importante destacar que o nível de carboxiemoglobina do sangue é o fator determinante para dimensionar as consequências dessa exposição no organismo.

Pesquisas já indicaram que mulheres fumantes são propensas a ter filhos com massa corporal abaixo da normal. A explicação mais aceita para isso é que o CO inalado pela mãe ao fumar reduz a oxigenação celular do feto, dificultando seu desenvolvimento.

A fumaça do cigarro contém monóxido de carbono, reduzindo a capacidade de a hemoglobina transportar oxigênio para as células. Ambientes em que muitas pessoas fumam prejudicam também os "fumantes passivos" – não fumantes que se encontram nesses locais. Isso explica por que, nos últimos anos, muitos mecanismos legais vêm restringindo, no Brasil e no mundo, o fumo em ambientes fechados.

Em 2019, o tema da campanha no Brasil contra o tabagismo foi "Tabaco ou saúde – o uso do narguilé". Um dos motivos para a escolha desse tema foi a popularização do narguilé entre os jovens. Pesquisas apontaram que muitos deles tiveram seu primeiro contato com o tabaco por meio desse dispositivo usado para consumi-lo. Por apresentar um mecanismo de filtragem, o consumo do narguilé é visto como menos nocivo à saúde. No entanto, um estudo realizado pelo Instituto Nacional do Câncer (Inca) comprovou que a fumaça produzida pelo tabaco usado no narguilé contém as mesmas substâncias tóxicas do cigarro, porém em quantidades superiores de nicotina, monóxido de carbono e metais pesados.

Concentração de CO, tempo de exposição, níveis de carboxiemoglobina e efeitos sobre a saúde

Quantidade aproximada de CO (ppm) no ambiente			
1h de exposição	**8h de exposição**	**% HbCO**	**Efeitos**
55-80	15-18	2,5-3	Diminuição da função cardíaca em indivíduos debilitados, alterações na corrente sanguínea após exposição prolongada
110-170	30-45	4-6	Diminuição da capacidade visual, redução da vigilância e decréscimos na capacidade máxima de trabalho
280-575	75-155	10-20	Fraca dor de cabeça, cansaço, dispneia em esforço, vasodilatação cutânea, alterações eletrofisiológicas e problemas psicomotores gerais
575-860	155-235	20-30	Dores de cabeça intensas e náuseas
860-1.155	235-310	30-40	Fraqueza muscular, náuseas, vômitos, visão obscura e dores de cabeça intensas
1.430-1.710	390-470	50-60	Síncope, convulsões e coma
1.710-2.000	470-550	60-70	Coma, atividade cardíaca e respiração debilitadas, às vezes fatal
2.000-2.280	550-630	70-80	Falência respiratória e morte

Fonte: PERES, F. F. Meio ambiente e saúde: os efeitos fisiológicos da poluição do ar no desempenho físico – o caso do monóxido de carbono (CO). *Arquivos em Movimento*, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 55-63, jan./jun. 2005.

ACERVO DO MINISTÉRIO DA SAÚDE/GOVERNO FEDERAL

Cartaz de campanha contra o tabagismo em 2019. O tema da campanha desse ano foi "Tabaco ou saúde – o uso do narguilé".

Observando a tabela anterior sobre os efeitos do monóxido de carbono em nosso organismo, é possível notar que, mesmo em concentrações relativamente baixas, são comuns os casos de pessoas que, em locais onde há vazamento desse gás, perdem a capacidade de estimar o tempo e têm seus reflexos prejudicados.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Gases emanados dos canos de escapamento de veículos a gasolina, que emitem monóxido de carbono, são, por isso, associados a envenenamentos, alguns deles fatais, dependendo da concentração de monóxido de carbono atingida.

Vale destacar que há algumas décadas o gás encanado, combustível usado em residências e indústrias, continha concentração elevada de CO, e os vazamentos de gás podiam ocasionar sérios problemas de envenenamento.

Fontes de monóxido de carbono

Na natureza, a matéria orgânica em decomposição anaeróbia – isto é, na ausência de ar – produz gás metano (CH_4), que pode originar monóxido de carbono (CO). Porém, graças a outros mecanismos também naturais, o CO é absorvido por fungos, de modo que não se acumula no ambiente.

A alta concentração de CO na atmosfera de alguns centros urbanos é consequência de reações de combustão incompleta de derivados de petróleo ou de carvão em veículos automotores e indústrias. Nesses processos de obtenção de energia, o CO se forma quando há combustão incompleta das substâncias combustíveis. Já a combustão completa desses compostos leva à formação de gás carbônico (CO_2) e água (H_2O). Se, por alguma razão, a combustão for incompleta, forma-se CO e com ele, frequentemente, a fuligem.

Analise as equações químicas abaixo, que representam a combustão de isoctano (C_8H_{18}), um dos hidrocarbonetos presentes na gasolina:

Combustão completa: $C_8H_{18}(l) + \frac{25}{2} O_2(g) \longrightarrow \underset{\text{dióxido de carbono}}{8\ CO_2(g)} + 9\ H_2O(g)$

Combustões incompletas: $C_8H_{18}(l) + \frac{17}{2} O_2(g) \longrightarrow \underset{\text{monóxido de carbono}}{8\ CO(g)} + 9\ H_2O(g)$

$C_8H_{18}(l) + \frac{9}{2} O_2(g) \longrightarrow \underset{\text{fuligem}}{8\ C(s)} + 9\ H_2O(g)$

A partir da análise das proporções em quantidade de matéria entre combustível (no caso, o isoctano) e oxigênio indicadas nas equações químicas, você pode perceber que **atmosferas pobres em O_2 favorecem as reações de combustão incompletas**. Por essa razão, manter os bicos de gás de fogões e de outros equipamentos sempre limpos, além de reduzir o consumo de gás – a combustão incompleta gera menor quantidade de energia –, também reduz os riscos de envenenamento por CO em ambientes pouco ventilados.

Dióxido de enxofre: SO_2

O gás dióxido de enxofre (SO_2) é um dos mais frequentes poluentes atmosféricos dos grandes centros urbanos. Em contato com a secreção úmida do aparelho respiratório, é responsável por problemas pulmonares; por isso, em regiões poluídas por SO_2, aumentam os casos de bronquite e enfisema pulmonar.

Fontes de dióxido de enxofre

Grande parte do dióxido de enxofre que torna a atmosfera inadequada é um poluente secundário, isto é, tem origem em outro poluente. Por exemplo, uma das possibilidades de formação de SO_2 corresponde a reações de oxidação, como a do gás sulfídrico (H_2S), representada por:

$$2\ H_2S(g) + 3\ O_2(g) \longrightarrow 2\ SO_2(g) + 2\ H_2O(l)$$

Como poluente primário, forma-se em combustões do carvão e dos derivados de petróleo (que contêm compostos de enxofre). Isso explica a importância da remoção dessas substâncias do petróleo, cujas frações serão utilizadas como combustíveis de veículos. Por isso, nos grandes centros urbanos, onde se concentra uma grande frota de veículos, a maior parte do SO_2 atmosférico é consequência de teores elevados de compostos de enxofre nos combustíveis. Se ocorresse a remoção do enxofre nesses combustíveis, o problema seria amenizado.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

No Brasil, a legislação do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) prevê a redução paulatina dos teores de enxofre nos derivados de petróleo. Infelizmente, nem sempre tais aspectos legais se efetivam.

Nos processos metalúrgicos em que há aquecimento de sulfetos metálicos para a obtenção de metais, o SO_2 também é produzido.

Outros compostos de enxofre

O sulfeto de hidrogênio (H_2S) é um gás que tem cheiro característico de ovo podre e prejudica a oxigenação do sangue. Ele resulta da decomposição anaeróbia (em ausência de ar) de matéria orgânica (que contém compostos sulfurados). Algumas atividades industriais também produzem essa substância.

O H_2S é um dos responsáveis pela formação do SO_2, que, dependendo das condições, pode se transformar em trióxido de enxofre (SO_3), bem mais irritante para as vias respiratórias do que o SO_2. Esses óxidos de enxofre são os principais responsáveis pela chuva ácida.

Atividades

Professor, as atividades 8 e 9 abordam o conceito de concentração em mol/L. Caso os estudantes ainda não tenham estudado, explique brevemente o conceito, auxiliando-os na resolução.

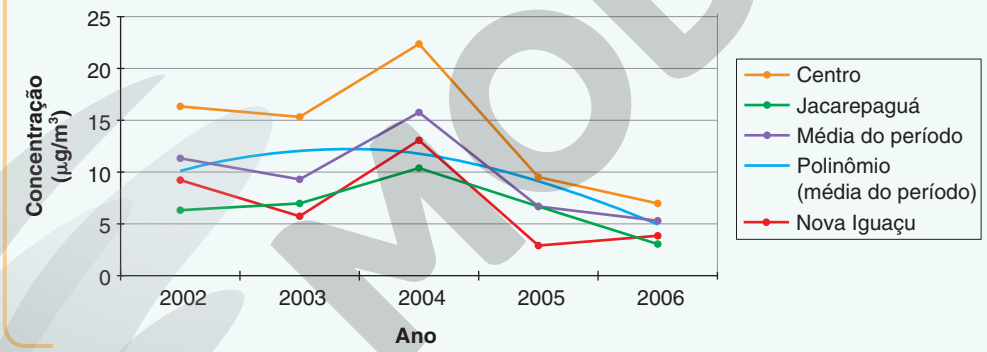
Não escreva no livro.

1. Explique o significado de efeito sinérgico.
2. Cite três problemas decorrentes da presença de qualquer material particulado no ar atmosférico.
3. Os efeitos do monóxido de carbono no organismo humano variam de acordo com sua concentração no ar atmosférico. Mencione alguns deles.
4. De onde provém o monóxido de carbono presente nos centros urbanos?

Para responder às questões **5** a **9**, baseie-se no gráfico a seguir. Ele se refere à concentração média anual de dióxido de enxofre, SO_2, no ar da região metropolitana do Rio de Janeiro no período entre 2002 e 2006.

EVOLUÇÃO MÉDIA ANUAL DE SO_2 EM ÁREAS DA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO

ERICSON GUILHERME LUCIANO



Fonte: Inea-RJ.

5. Em linhas gerais, o que foi acontecendo ao longo do tempo com a concentração média de SO_2?
6. O que chama a atenção com relação ao ano de 2004?
7. Em 2004, em que local a concentração de SO_2 foi a mais alta? Qual foi o seu valor aproximado?
8. Sendo 64 g/mol a massa molar do SO_2, exprima a concentração da resposta anterior em mol/L.
9. Por que a unidade usada para expressar a concentração foi $\mu g/m^3$, e não mol/L?
10. Produza um pequeno texto no qual, em dois ou três parágrafos, você possa exprimir suas ideias quanto às formas de minimizar o problema dos materiais particulados. Tome por base duas situações extraídas de notícias obtidas em jornais, revistas ou na internet, buscando sempre por fontes de informações confiáveis.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Óxidos de nitrogênio e *smog* fotoquímico

Entre os vários óxidos de nitrogênio existentes, três são reconhecidos como componentes naturais da atmosfera: o monóxido de nitrogênio ou óxido nítrico (NO), o monóxido de dinitrogênio ou óxido nitroso (N_2O) e o dióxido de nitrogênio (NO_2). Genericamente, costumamos designar por NO_x esses óxidos que participam do ar atmosférico. Cerca de 97% dos óxidos de nitrogênio são componentes naturais da atmosfera, e somente 3% resultam de atividades humanas.

Esse é o nome dado à mistura de poluentes secundários formados pela ação das radiações solares sobre hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio e, principalmente, ozônio. Vamos estudar mais sobre esse tema.

Fontes de óxidos de nitrogênio

As principais fontes dos óxidos de nitrogênio estão nos escapamentos de automóveis, nas indústrias de fertilizantes, nas usinas de ferro e aço, nas indústrias químicas e nas usinas termoelétricas.

Monóxido de nitrogênio: NO

O monóxido de nitrogênio (NO) é um gás que, diretamente, não causa qualquer problema à nossa saúde. Ao contrário, ele é produzido em nosso metabolismo e tem papel importante na manutenção de células e tecidos, atuando como **mensageiro químico em muitos processos**, como no armazenamento da memória de longo prazo, na manutenção da pressão sanguínea e da ereção masculina.

Algumas fontes podem fornecer a energia necessária para que ocorra a reação entre os dois principais componentes do ar atmosférico, formando NO, segundo a equação química a seguir:

$$N_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{\text{energia}} \underset{\text{gás incolor}}{2\ NO(g)}$$

Isso explica a formação de óxido nítrico durante as tempestades quando as descargas elétricas (raios, como mostra a fotografia abaixo) fornecem energia suficiente para que os gases nitrogênio e oxigênio (componentes do ar) reajam. Processos de combustão também produzem calor, o que favorece a síntese do NO; é o que acontece com a combustão da gasolina no motor dos automóveis.

SERGIO RANALLI/PULSAR IMAGENS

Raios (descargas elétricas) na região central de Londrina (PR), 2019.

Apesar de não ser nocivo ao organismo humano, o óxido nítrico funciona como matéria-prima para que outros poluentes atmosféricos sejam formados, o que veremos a seguir.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Justamente uma das funções dos catalisadores automotivos – dispositivos utilizados para reduzir a emissão de poluentes – é a de acelerar a decomposição do NO, evitando a formação desse tipo de poluição:

$$NO(g) \xrightarrow{\text{catalisador}} \frac{1}{2}N_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$$

O NO, não tóxico, em contato com o oxigênio presente no ar é facilmente oxidado a NO_2:

$$\underset{\text{incolor}}{2\,NO(g)} + O_2(g) \longrightarrow \underset{\text{castanho}}{2\,NO_2(g)}$$

O dióxido de nitrogênio é um gás bastante tóxico que irrita as mucosas do aparelho respiratório, ocasionando sintomas semelhantes aos do enfisema pulmonar. Devido à sua grande solubilidade em água, o NO_2 penetra profundamente no sistema respiratório, podendo dar origem a compostos nitrogenados, alguns dos quais são carcinogênicos, ou seja, desencadeiam o desenvolvimento do câncer. O NO_2 é também um dos componentes do *smog* fotoquímico**,** que polui os ambientes urbanos.

Smog fotoquímico

Vamos analisar qual é o papel do NO_2 no *smog* fotoquímico. Esse gás funciona como uma fonte de átomos de oxigênio (oxigênio nascente), o que justifica seu elevado caráter oxidante. O processo se dá por meio da decomposição do NO_2, por ação de radiação luminosa, luz.

$$NO_2(g) \xrightarrow{\text{radiação luminosa}} NO(g) + \underset{\text{oxigênio nascente}}{O(g)}$$

São esses átomos de oxigênio, altamente reativos, que iniciam uma sequência de transformações químicas nas quais se formam substâncias que irritam os olhos; **o mais importante componente dessa mistura é o ozônio (O_3)**.

O *smog* fotoquímico contém ainda outros compostos orgânicos oxigenados. Esse *smog* oxidante, típico de grandes metrópoles, como São Paulo, Los Angeles e Cidade do México, está **associado ao agravamento de problemas respiratórios**, como a asma, que ocasiona redução da capacidade respiratória.

ZIG KOCH/TYBA

O *smog* constitui a faixa mais escura do céu, próxima à linha do horizonte, que apresenta, entre outros componentes, diversos poluentes atmosféricos. Curitiba (PR), 2019.

O ozônio causa envelhecimento precoce e reduz a capacidade de resistência às infecções respiratórias; afeta as plantas, inibindo a fotossíntese; danifica objetos de borracha, como pneus e corantes de tintas. Esse O_3 que fica próximo da crosta terrestre, na troposfera, também contribui para o agravamento do efeito estufa.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

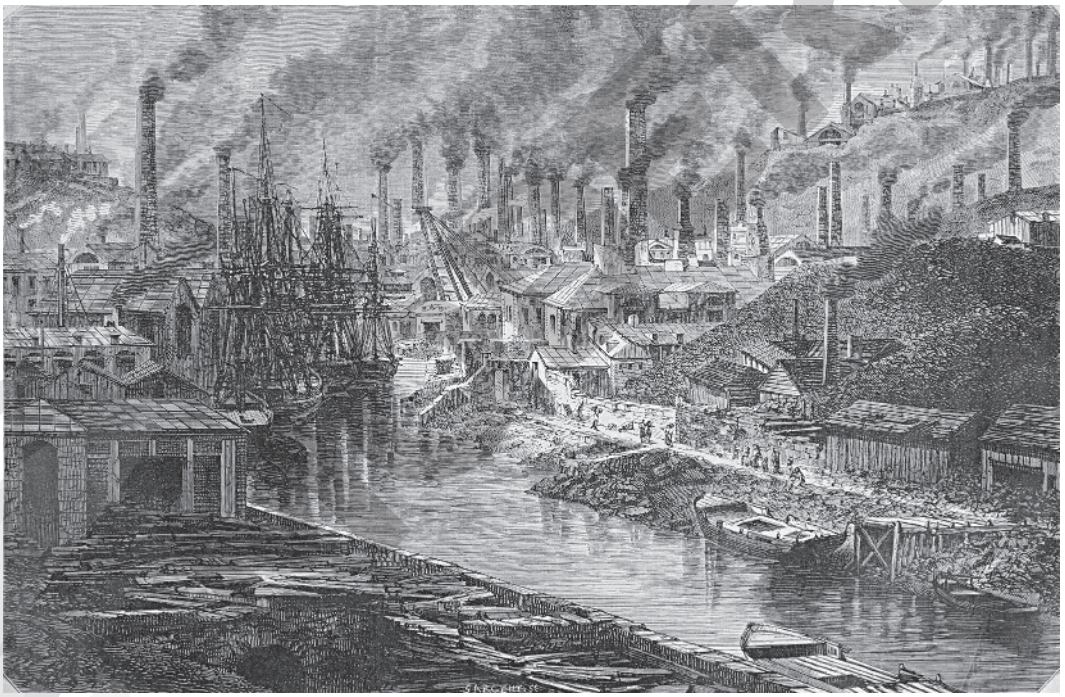
MODERNA

Padrões de qualidade do ar

Estudos científicos a respeito dos efeitos dos poluentes atmosféricos sobre a saúde humana permitiram definir parâmetros de qualidade do ar; eles indicam concentrações ambientais máximas toleráveis relativas a um grupo dessas substâncias.

Os padrões nacionais foram estabelecidos pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e aprovados pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), por meio da Resolução Conama 3/90. Desde então, as substâncias adotadas como indicadores de qualidade do ar são as mesmas usadas internacionalmente, isto é, SO_2, poeira em suspensão, CO e oxidantes fotoquímicos (expressos em termos de concentração de O_3), hidrocarbonetos totais e óxidos de nitrogênio (NO e NO_2). Há dois tipos de padrão de qualidade do ar:

- **Padrão primário**, que corresponde à concentração limite de determinado poluente que, se atingida, causa **problemas imediatos à população**. Por isso, manter a concentração abaixo do padrão primário é uma meta a ser atingida a curto e médio prazo.
- **Padrão secundário**, que corresponde a uma concentração menor ou igual à do padrão primário. Em concentrações abaixo do padrão secundário, em geral é mínimo o efeito negativo sobre os seres vivos e o ambiente.



LEONARD DE SELVA/BRIDGEMAN IMAGES/FOTOARENA

Xilogravura de 1865, retratando o início da industrialização na cidade de Manchester, região da Inglaterra, onde foi detectado o *smog*. Essa palavra, resultante da fusão de *smoke* (fumaça) e *fog* (nevoeiro), criada no final do século XIX e início do século XX, referia-se à poluição rica em SO_2 e de caráter redutor (ao contrário do *smog* fotoquímico).

Alcançar a concentração abaixo do padrão secundário é uma meta desejável a longo prazo, uma vez que não ocasionará prejuízos à vida nem ao ambiente.

Analise alguns exemplos desses valores dos padrões primários e secundários de poluentes fixados pela resolução do Conama (1990):

Poluente	Tempo de amostragem	Padrão primário $\mu g/m^3$	Padrão secundário $\mu g/m^3$
Dióxido de enxofre	24 horas	365	100
	Média aritmética anual	80	40
Ozônio	1 hora	160	160

Fonte consultada: Cetesb-SP.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Índices de qualidade do ar

A partir da medida da concentração de alguns poluentes, órgãos como a Cetesb e o Instituto Estadual do Ambiente (Inea), do Rio de Janeiro, divulgam diariamente um índice de qualidade do ar. Esses índices constam na tabela abaixo. No *site* do Inpe (<http://meioambiente.cptec.inpe.br/>) é possível obter informações sobre a qualidade do ar de várias cidades brasileiras.

Índice	Qualidade do ar
0-50	Boa
51-100	Aceitável
101-199	Inadequada
200-299	Má
300-399	Péssima
> 400	Crítica

Fonte consultada: Cetesb-SP.

LUCIANA WHITAKER/PULSAR IMAGENS

Por meio de painéis como o da fotografia, podemos conhecer o nível da qualidade do ar que respiramos em determinada região. Painel de qualidade do ar em Ipatinga (MG), 2018.

Vamos refletir sobre o significado de alguns desses índices.

- Para o dióxido de enxofre, o índice 50 (correspondente a 80 $\mu g/m^3$ de SO_2) é o limite de concentração desse poluente para que a qualidade do ar seja boa. Esse valor corresponde ao padrão primário de qualidade do ar anual, ou seja, é o valor máximo de média aritmética anual que se deve ter em SO_2 para que o ar possa ser considerado de boa qualidade.
- Para o SO_2, o índice 100 (correspondente a 365 $\mu g/m^3$ de SO_2) indica o limite desse poluente para que a qualidade do ar seja aceitável; acima desse valor ela passa a ser preocupante.
- Para o monóxido de carbono, o índice 200 corresponde a uma concentração de 17 mg/m^3 de CO, e o índice 400, equivalente a uma média de 46 mg/m^3, indica emergência, isto é, risco iminente para a vida.

LUOMAN/ISTOCKPHOTO/GETTY IMAGES

Ambientes poluídos podem reduzir os resultados benéficos da prática de atividades físicas. Orla em Florianópolis (SC), 2018.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

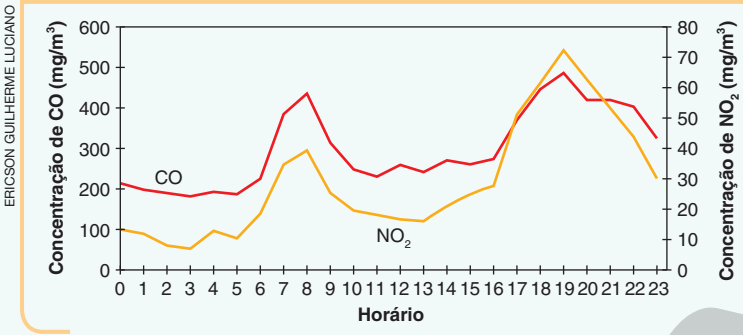
MODERNA

Atividades

Não escreva no livro.

• Para resolver as atividades de **1** a **3**, baseie-se no gráfico abaixo, que mostra a variação das concentrações de CO e NO_2 ao longo de um dia em Almada (Portugal).

VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE ALGUNS POLUENTES ATMOSFÉRICOS AO LONGO DO DIA



ERICSON GUILHERME LUCIANO

Fonte: <https://poupa-dinheiro-salva-planeta.webnode.pt/o-exemplo-da-cidade-de-almada/ambiente-em-almada/ar-e-ruido-em-almada/>. Acesso em: 18 abr. 2020.

1. A partir de que horas a concentração de NO_2 aumenta?
2. Em que período do dia a concentração de CO atinge o valor mais alto? E o mais baixo?
3. Formule uma hipótese que justifique sua resposta à questão **1**.
4. Após um dia de Natal, um jornal de São Paulo publicou uma notícia afirmando que, apesar de nesse dia o número de veículos transitando pelas ruas ter sido muito baixo, o índice de ozônio havia sido bastante elevado. Você considera provável que nesse dia de Natal o céu estivesse nublado? Por quê?

A chuva ácida

Apesar de a expressão "chuva ácida" ter-se tornado relativamente conhecida há pouco mais de duas décadas, foi usada pela primeira vez por um químico inglês, em 1852. Essa expressão foi adotada para indicar a precipitação pluviométrica semelhante à ocorrida em Manchester, na Inglaterra, no início da Revolução Industrial, época em que as indústrias da região obtinham energia a partir da queima do carvão mineral.

Mesmo a chuva isenta de poluentes é levemente ácida; ela tem pH ao redor de 5,6 devido ao dióxido de carbono (CO_2) presente no ar, que, em água, fornece íons H^+. Porém, o termo **chuvas ácidas** é utilizado para se referir às precipitações que têm pH inferior a 5,6.

Principais causas da chuva ácida

Fontes naturais

Entre os fatores que contribuem para a formação das chuvas ácidas, os principais são as erupções vulcânicas, responsáveis por emissões de dióxido de enxofre (SO_2) e de hidretos, como sulfeto de hidrogênio (H_2S), cloreto de hidrogênio (HCl) e brometo de hidrogênio (HBr).

Fatores antropogênicos

O SO_2 é um óxido de caráter ácido, pois em contato com a água origina o ácido sulfuroso (H_2SO_3), um eletrólito fraco, ou seja, não origina grande concentração de íons H^+. O problema torna-se mais sério quando lembramos que, na atmosfera, o SO_2 oxida-se, transformando-se em SO_3, trióxido de enxofre, e este, ao reagir com a água, produz ácido sulfúrico (H_2SO_4).

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

A oxidação pode ocorrer por ação:

- do ozônio:

$$SO_2(g) + O_3(g) \longrightarrow SO_3(g) + O_2(g)$$

- do oxigênio e da luz solar:

$$2\ SO_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2\ SO_3(g)$$

É o $SO_3(g)$ que, em água, origina o ácido sulfúrico (H_2SO_4), um ácido forte, bastante corrosivo, o principal responsável pelos sérios prejuízos ao ambiente e à nossa saúde.

A acidez das chuvas é favorecida também pelos óxidos de nitrogênio. Entre eles destaca-se o dióxido de nitrogênio (NO_2), que, como estudamos, faz parte do *smog* fotoquímico.

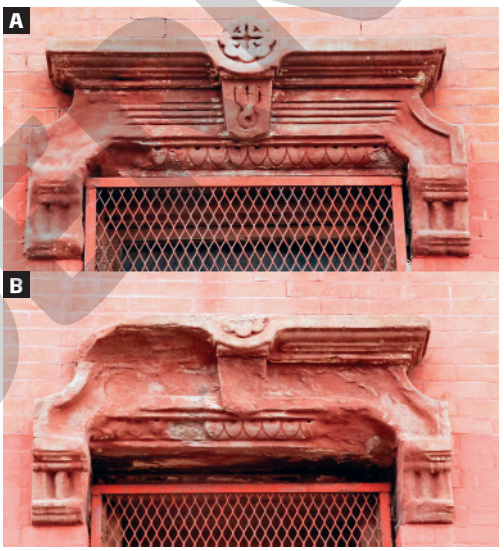
Consequências da chuva ácida

Além de comprometerem edificações e obras de arte, as chuvas ácidas têm consequências desastrosas para os seres vivos em geral, destruindo florestas, provocando a morte de plantas e animais aquáticos, causando prejuízos à nossa saúde.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

RELAXFOTO.DE/ISTOCK/GETTY IMAGES

Árvores da Floresta da Baviera, na Alemanha, em 2016, destruídas pela chuva ácida.



MONICA SCHROEDER/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA

A imagem (**B**) mostra os danos causados pela chuva ácida antes da restauração – imagem (**A**) – realizada na fachada de uma janela do século XIX de um edifício na cidade de Nova Iorque (EUA).

As florestas naturais são as mais afetadas, pois frequentemente se desenvolvem em solos pobres, que dependem bastante do recobrimento natural, comprometido pela chuva ácida. A vida vegetal ainda é prejudicada pela acidez em decorrência da liberação de íons potencialmente tóxicos, como os de Al^{3+}, Zn^{2+}, Pb^{2+}, Cu^{2+} e Cd^{2+}.

Alternativas para reduzir o problema

Reduzir a emissão de óxidos ácidos, especialmente os de enxofre, parece ser a medida mais evidente para atenuar o problema da chuva ácida. No entanto, tal medida requer decisões que envolvem políticas públicas e investimentos, geralmente elevados. Isso porque boa parte da demanda mundial de energia é suprida com o uso de combustíveis fósseis (carvão, derivados do petróleo), seja na obtenção de energia mecânica ou na de energia térmica, em reações nas quais esses óxidos são gerados. Processos industriais também produzem óxidos desse tipo. Assim sendo, é importante desenvolver e utilizar tecnologias que minimizem a quantidade desses gases lançada ao ambiente.

REPRODUÇÃO/CETESB

A escala Ringelmann é uma escala gráfica para avaliação colorimétrica de densidade de fumaça emitida por veículos movidos a *diesel*. Existem tabelas de referência que apresentam a relação desse padrão de cor com a concentração de SO_2 emitidos na combustão.

Com o desenvolvimento de novas tecnologias de motores e combustíveis que permitem reduzir a emissão de gases poluentes, sugiram também, no Brasil, políticas públicas que exigem das montadoras a adequação tecnológica na produção de veículos e limites cada vez menores de emissão de poluentes atmosféricos, para atender às necessidades de controle da poluição. Por exemplo, em 2014, veículos a *diesel* começaram a utilizar combustível com menor teor de enxofre, o S10 (10 partículas de enxofre por 1 milhão de partículas totais) ou o S500 (500 partículas de enxofre por 1 milhão de partículas totais), para contribuir com a redução de emissão de dióxido de enxofre, $SO_2(g)$.

Para reduzir a acidez de rios e solos há alternativas simples, como acrescentar à água hidróxido de cálcio ($Ca(OH)_2$) ou carbonato de cálcio ($CaCO_3$); o emprego deste último pode ser representado pela equação:

$$CaCO_3(s) + 2\,H^+(aq) \longrightarrow Ca^{2+}(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$$

Para reduzir a emissão de óxidos de nitrogênio, um dos recursos utilizados é o emprego de catalisadores automotivos. No caso do SO_2, há duas alternativas principais: a mais cara consiste em eliminar o enxofre dos combustíveis fósseis; a outra, em removê-lo à medida que o SO_2 se forma, usando, por exemplo, o óxido de cálcio, CaO, para essa finalidade.

Acordo entre países

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO/ GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Fiscalização da emissão de fumaça de veículos a *diesel* utilizando a escala Ringelmann durante a Operação Inverno 2018. São Paulo (SP), 2018.

Em 1991 foi assinado um acordo entre Estados Unidos e Canadá para controlar a emissão de substâncias causadoras de chuvas ácidas. Isso porque os principais gases responsáveis por sua formação, o dióxido de enxofre (SO_2) e o dióxido de nitrogênio (NO_2), quando emitidos por um dos países, podem ser arrastados pelas correntes de ar e provocar o efeito de chuva ácida no outro. Ou seja, não há fronteiras que delimitem a poluição.

Na Conferência de Estocolmo, a primeira reunião mundial voltada ao Meio Ambiente, em 1972, foi dado o alarme: se a emissão de gases formadores da chuva ácida prosseguisse na mesma proporção verificada até então, grande parte dos lagos estaria morta em cinquenta anos. Vale destacar que o fenômeno da chuva ácida decorria especialmente da poluição produzida na Inglaterra, a milhares de quilômetros da Suécia. O dióxido de enxofre produzido na queima do carvão, em usinas termelétricas britânicas, era transportado por correntes de ar para outros países do continente europeu.

Esse fato deixa claro por que a poluição do ar requer a cooperação entre países e Estados diferentes. A queima de carvão com alto teor de enxofre na usina termelétrica de Bagé (RS), por exemplo, tem sido responsabilizada pela ocorrência de chuva ácida no Uruguai.

Atividades

Não escreva no livro.

1. O ozônio é um dos gases que mais preocupam os responsáveis pelo monitoramento da qualidade do ar em São Paulo. Explique a razão disso.
2. Redija algumas explicações para o fato de a chuva ácida estar associada à industrialização inglesa.
3. A chuva ácida é um problema que pode afetar lugares distantes da fonte poluente. Explique por quê.
4. Indique algumas consequências dos efeitos negativos da chuva ácida para o ambiente.

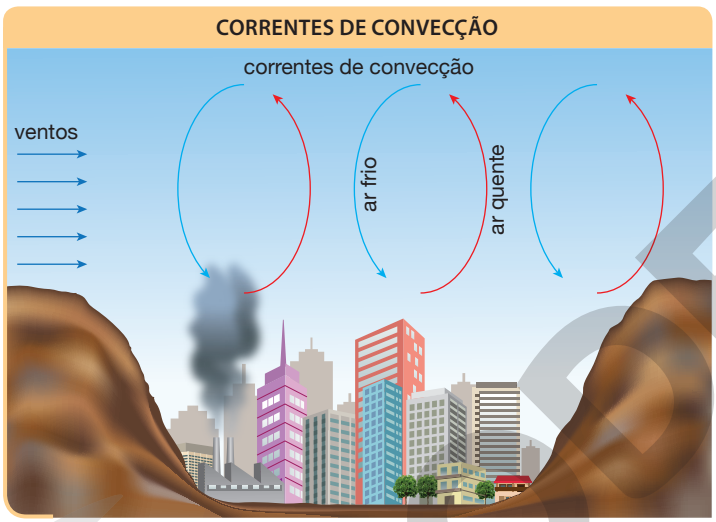
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Dispersão de poluentes

Condições geográficas e meteorológicas influem muito na velocidade de dispersão dos poluentes no ar. A falta de ventos impede a dispersão de substâncias que poluem o ar. Outro fator que prejudica a dispersão de poluentes é a **inversão térmica**, um processo natural importante em locais situados em bacias, isto é, terrenos rodeados de áreas mais altas (montanhas, penhascos). Esse fenômeno acaba assumindo grande importância em regiões poluídas, uma vez que impede a dispersão de poluentes por dificultar o deslocamento do ar: uma camada de ar, praticamente estática, acima dos poluentes funciona como uma tampa que impede que eles se dispersem – as figuras a seguir auxiliam a compreensão do processo. Apesar de em cidades muito poluídas a inversão térmica ser associada ao período do **outono** e **inverno**, época propícia a sérios problemas ambientais, ela pode acontecer em outros períodos.

Em épocas mais quentes, o ar em contato com a superfície terrestre fica menos denso, o que facilita sua difusão: formam-se correntes de convecção, que, auxiliadas pelos ventos, dissipam os poluentes (caso da primeira ilustração).



Representação da ação das correntes de convecção na dispersão de poluentes atmosféricos. (Fora de proporção; cores fantasia.)

Em condições normais, o ar mais próximo da terra é aquecido por radiação e condução. Essa massa de ar mais leve (menos densa) tende a subir, empurrando o ar mais frio para baixo, criando uma corrente de convecção que é a forma normal de circulação do ar. A formação dessa corrente auxilia os ventos na dispersão dos poluentes, já que o ar quente os carrega para camadas superiores da atmosfera.

Em função de condições climáticas, como resfriamento do solo, umidade e formação de neblina, entre outros, pode haver formação de uma camada de névoa, impedindo que a radiação solar alcance a Terra. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

ILUSTRAÇÕES: NELSON MATSUDA

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

A radiação solar é absorvida pela camada formada pelo nevoeiro, aquecendo a camada superior de ar mais próxima. Assim, a corrente de convecção ocorre normalmente, porém na parte acima da névoa. Já na parte inferior, o ar que está mais frio (portanto, mais denso) fica parado, o que causa um aumento da concentração de poluentes.

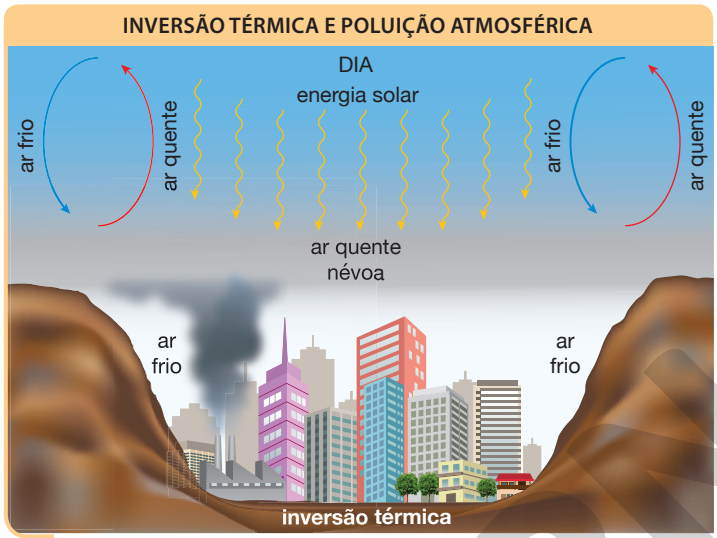


ILUSTRAÇÃO: NELSON MATSUDA

Representação do fenômeno de inversão térmica. (Fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte das ilustrações: LENZI, E.; FAVERO, L. O. B. *Introdução à Química da atmosfera*: Ciência, vida e sobrevivência. Rio de Janeiro: LTC, 2000. p. 37.

Cabe ressaltar que a inversão térmica é um fenômeno atmosférico normal, porém o seu risco encontra-se no possível acúmulo de poluentes na camada mais baixa da atmosfera.

RUBENS CHAVES/PULSAR IMAGENS

É muito comum observarmos a formação de uma faixa marrom-acinzentada no céu de grandes metrópoles, dado o fenômeno da inversão térmica e a alta concentração de poluentes na atmosfera. São Paulo (SP), 2019.

Atividades

Não escreva no livro.

1. Relacione a época do ano (chuvosa, verão, inverno, com ventos etc.) com os fenômenos mais agudos de poluição.
2. O que é inversão térmica?
3. Explique por que a possibilidade de dispersão de poluentes está relacionada com a topografia do local.
4. Faça uma pesquisa e elenque exemplos de cidades do mundo que, devido à topografia, são mais sujeitas a sérios eventos de comprometimento da qualidade do ar. Não se esqueça de indicar as fontes de pesquisa.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

Em vários momentos da sua vida escolar você já deve ter estudado sobre a intensificação do efeito estufa.

Muitos especialistas em clima têm alertado sobre a necessidade de amenizar os efeitos do aquecimento global. Desde as últimas décadas do século passado, a comunidade internacional se organizou para pesquisar e discutir soluções em âmbito mundial para enfrentar questões que comprometem o ambiente e o clima, como é o caso do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma), periodicamente divulgando resultados de eventos sobre o assunto, como o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês).

Sob a orientação do professor, organizem-se em grupos e pesquisem em livros, revistas especializadas e *sites* confiáveis sobre:

- os principais problemas esperados para a vida na Terra com o agravamento do efeito estufa;
- as medidas que os especialistas propõem que sejam tomadas para evitá-los;
- o que são créditos de carbono e o que podem significar para o Brasil.

Como cidadãos atuantes que buscam soluções para os problemas que afetam a humanidade, proponham mudanças em seus comportamentos e no de sua comunidade, tendo em vista minimizar esses problemas. Elaborem uma apresentação com as informações coletadas e as propostas sugeridas e, sob orientação do professor, compartilhem-na com seus colegas.

Poluição da água

Considera-se poluída a água inadequada para beber, para fazer a higiene, para irrigar o solo ou para ser usada em diferentes atividades, incluindo as industriais.

A poluição da água pode ocorrer devido à adição de cátions e ânions tóxicos, de substâncias de caráter ácido ou básico, de algumas substâncias orgânicas, de radioisótopos, à ocorrência de organismos patogênicos (que causam diarreia, por exemplo) ou até mesmo da baixa concentração de gás oxigênio dissolvido, causada pela elevação da temperatura da água.

Você talvez saiba que o **conceito de água poluída é relativo**, pois a água imprópria para beber – não potável – pode ser adequada, por exemplo, para a limpeza ou para a irrigação. Na natureza a água sempre contém algumas espécies (iônicas ou moleculares) dissolvidas, ainda que em pequenas quantidades. Mas isso pode ser irrelevante, porque diversas substâncias naturalmente dissolvidas na água potável, além de serem inofensivas, podem até ser essenciais à vida.

A questão do esgoto

A questão do saneamento básico é muito séria no Brasil. Aliás, esse é um dos problemas mais sérios de países em desenvolvimento, como o nosso, em que ocorre o lançamento de esgotos não tratados, de origem doméstica e industrial, em corpos de água, como rios.

Esgoto doméstico

Embora os problemas de poluição ambiental tenham se intensificado com a disseminação do processo industrial, desde o início do século XIX, muito antes de a industrialização se intensificar, as fontes naturais de água já eram contaminadas por excrementos humanos, provenientes da limpeza de sanitários. Muitas doenças, como cólera e tifo, resultam desse tipo de contaminação.

DBO e a concentração de matéria orgânica

A existência na água de produtos da excreção animal ou de outras matérias orgânicas (originárias de resíduos industriais ou da decomposição de animais e plantas), até certo ponto, representa um benefício aos seres aquáticos, pois essa matéria orgânica serve diretamente de alimento a peixes e organismos mais simples, como fungos e bactérias, que a decompõem, originando dióxido de carbono (CO_2).

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

No entanto, para isso, o processo metabólico desses organismos consome parte do oxigênio (O_2) dissolvido na água. Consequentemente, concentrações elevadas de matéria orgânica favorecem a proliferação de bactérias. Mas, se no processo de respiração as bactérias aeróbias consomem O_2, elas reduzem a concentração de oxigênio dissolvido na água.

Simplificadamente, podemos dizer que, quanto maior for a concentração de matéria orgânica na água de um lago ou rio, maior será a quantidade de O_2 demandada por essa água contaminada. Como a necessidade de oxigênio é resultado da atividade bacteriana, portanto de natureza bioquímica, fala-se na Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), índice referente à capacidade que uma amostra orgânica tem de consumir o oxigênio dissolvido em 1 L de água.

Demanda Bioquímica de Oxigênio é a medida da quantidade de oxigênio consumido por uma amostra de água poluída, expressa em miligrama de O_2 para cada litro de água. Quanto maior é o valor da DBO, mais poluída é a água.

Os microrganismos conseguem viver aerobiamente em ambientes que contenham até 1 mg de O_2 em cada litro de água. No entanto, os peixes em geral precisam de ambientes com 3 ou 4 mg de O_2 por litro de água, havendo alguns, como a truta, que requerem concentrações mais altas. Além disso, há microrganismos que, na ausência de O_2, reduzem nitratos e sulfatos para conseguir oxigênio. Nesse caso, o rio passa a exalar um forte mau cheiro, especialmente devido à amônia (NH_3) proveniente da redução dos nitratos e do gás sulfídrico (H_2S) formado na redução dos sulfatos, e suas águas tornam-se escuras por causa da formação de sulfetos de metais, como os de chumbo ou de ferro.

Tratamento do esgoto doméstico

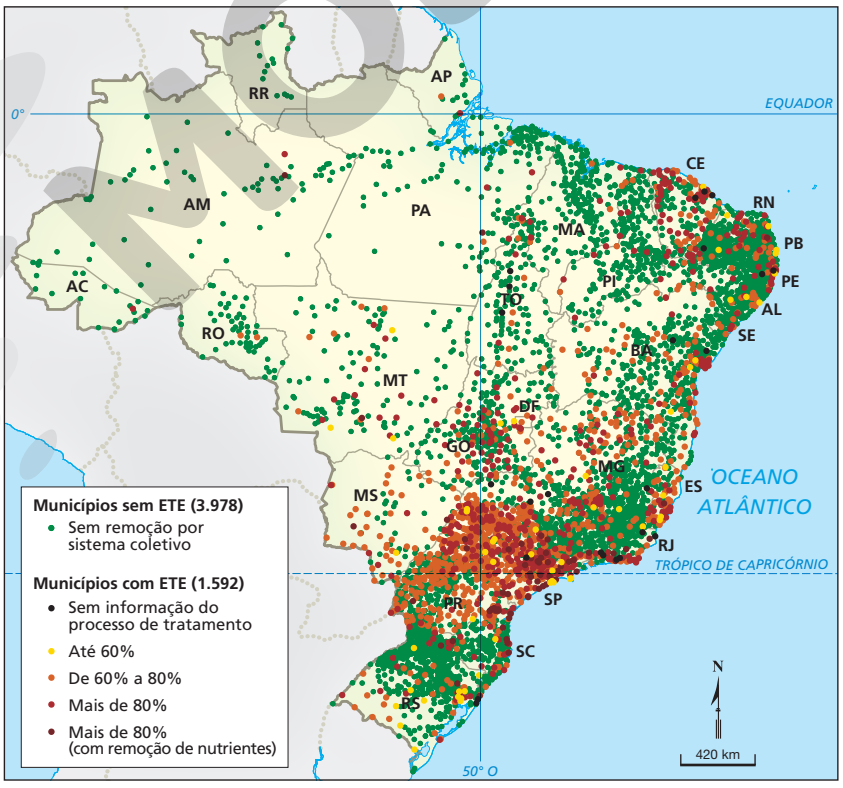
Um dos problemas mais sérios de saúde pública no Brasil tem sido a qualidade do nosso saneamento básico. O sistema é deficiente pelo baixo percentual de esgoto coletado e da pequena fração deste submetida a tratamento, como mostram os dados no mapa a seguir.

Se o esgoto for tratado em uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), antes de ser lançado em reservas naturais de água, torna-se possível atingir uma redução da ordem de 90% do valor da DBO.

Veja a seguir um mapa que representa a eficiência da redução da DBO nas regiões do Brasil.

CATHERINE A. SCOTTON

EFICIÊNCIA DE REDUÇÃO DE DBO NO BRASIL (2017)

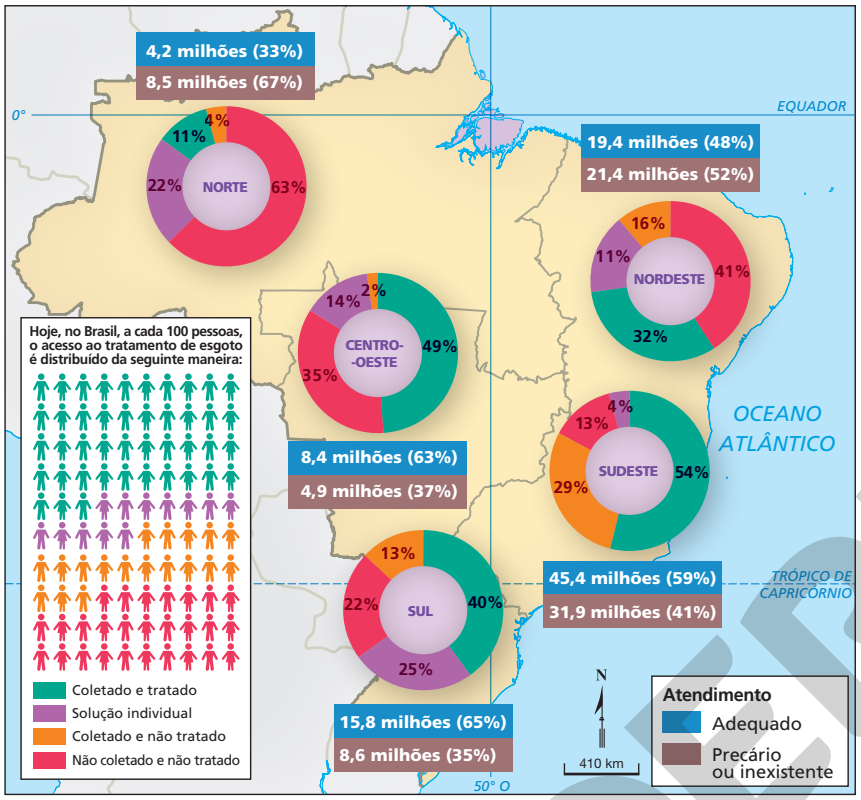


Fonte: Agência Nacional de Águas (Brasil). *Atlas esgoto*: despoluição de bacias hidrográficas/Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília: ANA, 2017. Estação de Tratamento de Esgoto – ETE.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

O mapa a seguir apresenta a situação da coleta e tratamento de esgotos no Brasil.

PANORAMA GERAL DA COLETA E TRATAMENTO DE ESGOTOS (2017)



CATHERINE A. SCOTTON

Fonte: Agência Nacional de Águas (Brasil). *Atlas esgoto*: despoluição de bacias hidrográficas/ Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília: ANA, 2017. Estação de Tratamento de Esgoto – ETE.

A instalação de uma ETE possibilita o tratamento de esgotos domésticos de modo que os deixe em condições adequadas para que eles possam ser lançados em rios, lagos ou no mar, sem causar impacto ao ambiente. Em linhas gerais, o processo de tratamento do esgoto passa pelas seguintes etapas:

- **Retirada das impurezas grosseiras – sólidos, gorduras e areia.** Basicamente, usam-se tubulações e grades com orifícios de diferentes tamanhos e, por fim, caixas de areia, que formam uma barreira, filtrando os detritos de várias dimensões.
- **Remoção da matéria orgânica e desinfecção da água.** Lagoas de estabilização podem ser usadas para cumprir essa remoção; nessas lagoas, a água residuária pode ser submetida a processo anaeróbio (envolvendo bactérias que decompõem a matéria orgânica, na ausência de oxigênio) ou aeróbio. O processo aeróbio pode ocorrer com a introdução natural de oxigênio (fotossíntese) ou por meio do uso de aeradores. A desinfecção é realizada com o uso do cloro, por exemplo. O processo é eficiente, pois, além de a DBO reduzir-se em 90%, as quantidades de coliformes fecais atingem valores próximos de zero.

MAURICIO SIMONETTI/PULSAR IMAGENS

Estação de tratamento de esgoto localizada à margem do rio Araguaia, com capacidade para tratar 252 L/s de esgoto. Barra dos Garças (MT), 2019.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Esgotos industriais

Como os países em estágios socioeconômicos e culturais diferentes vêm enfrentando essa questão?

Da produção industrial surgem muitos resíduos indesejáveis. Muitos países desenvolvidos recorriam a aterros para armazenar esses resíduos e, durante muito tempo, essa era considerada uma boa solução para o problema. No entanto, nesses dejetos industriais há substâncias solúveis na água da chuva que, penetrando no solo, alcançam depósitos de água superficiais e subterrâneos. Os aterros acabam criando, portanto, problemas de poluição a mananciais ou represas que armazenam a água antes que ela seja tratada.

O recolhimento de resíduos industriais em cilindros metálicos, que eram posteriormente enterrados, foi outra prática considerada interessante para enfrentar essa questão. Porém, com o passar do tempo, ocorria a corrosão do metal e a consequente liberação dos poluentes, que acabavam contaminando a água subterrânea ou de superfície.

Nas últimas décadas, países desenvolvidos, como os Estados Unidos, constatando que o problema do esgoto industrial não podia ser resolvido pelos métodos até então adotados, investiram muitos recursos em um programa de tratamento de resíduos industriais para evitar a contaminação da água.

Entre os resíduos que causam poluição da água podemos mencionar os que contêm certos íons metálicos (como os de bário, cádmio, crômio, chumbo, mercúrio, prata) e íons de elementos químicos não metálicos (como selênio e arsênio); determinados pesticidas; íon cianeto (CN^-); solventes halogenados (como o tetracloreto de carbono, CCl_4), resíduos da manufatura de pesticidas, da produção dos derivados de petróleo e de compostos clorados, e rejeitos de substâncias usadas na indústria (química, farmacêutica etc.).

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

No Brasil, temos vivido problemas ambientais decorrentes da descarga de resíduos industriais em cursos de água.

- De acordo com a orientação de seu professor, dividam-se em grupos, façam uma pesquisa e resumam os fatos ocorridos, os danos causados às famílias enlutadas, à natureza e à economia nos desastres ocorridos em:
  - Brumadinho (MG) em 2019;
  - Barcarena (PA) em 2018;
  - Mariana (MG) em 2015.
- Que medidas foram tomadas na contenção de danos e o que poderia ser feito para evitar que novos episódios como esses aconteçam?
- Com as informações coletadas, elaborem uma esquete – peça teatral curta – ou um curta-metragem sobre esse tema para ser apresentado à comunidade escolar.

Atividades

Não escreva no livro.

1. Ao mencionar um problema de contaminação da Baía de Sepetiba-RJ, um texto associa a região à expressão "a principal fonte de mariscos do Rio de Janeiro". Caso você não se lembre das características do grupo dos mariscos ao qual pertencem os mexilhões, recorra a uma fonte de pesquisa e explique a relevância da informação que está entre aspas.

2. Uma das referências históricas usadas como exemplo de problema ambiental é o ocorrido em Minamata. Faça uma pesquisa e resuma o que ocorreu na cidade japonesa.

3. Com relação ao caso de Minamata e a eventos semelhantes que ocorreram no Brasil, o que podemos sugerir para:
   a) impedir desastres semelhantes?
   b) resolver os problemas que temos hoje quanto à contaminação por metais pesados?

4. Se os habitantes ribeirinhos da região amazônica contaminada por mercúrio se alimentarem de peixes do seu entorno, provavelmente sofrerão problemas de saúde. Quais são eles?

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Poluição da água por compostos orgânicos não biodegradáveis

Sacos plásticos, garrafas PET e muitos outros compostos de carbono que foram sintetizados pelo ser humano não são biodegradáveis. Isso significa que os microrganismos do ambiente aquático não conseguem transformar esses compostos em outros mais simples em tempo suficiente para que o equilíbrio natural não seja afetado, porque esses microrganismos não produzem enzimas para catalisar a oxidação dessas substâncias, geralmente sintéticas. A questão que se coloca é que resíduos desse tipo, provenientes da indústria, da agricultura e até mesmo do lixo urbano, continuam a ser lançados nas águas dos rios e mares, poluindo-as. Entre os compostos desse tipo destacam-se os **detergentes**, os **inseticidas** e os **defensivos agrícolas** (também denominados agrotóxicos ou fitossanitários) em geral.

Detergentes

Cada vez mais empregados em substituição aos sabões, os detergentes, entre os quais os chamados "sabões em pó", causam danos ao ambiente. O lançamento desses compostos, especialmente os não degradáveis, nas águas dos rios pode ser detectado pela formação de espumas, em geral bastante volumosas, que recobrem extensas áreas das superfícies de rios e lagos.

Os detergentes em si não são tóxicos, mas podem provocar vários danos ambientais. Nos esgotos, reduzem a capacidade de biodegradação da matéria orgânica, uma vez que matam as bactérias decompositoras. Mesmo os que são degradáveis levam certo tempo para que esse processo ocorra. Por isso, é preocupante que, em curto intervalo de tempo, grandes quantidades desses compostos se acumulem nos esgotos.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

ROGERIO CAVALHEIRO/FUTURA PRESS

Espumas provenientes de resíduos industriais flutuando sobre o Rio Tietê no centro do município de Salto (SP), em maio de 2018.

Outras formas de poluição

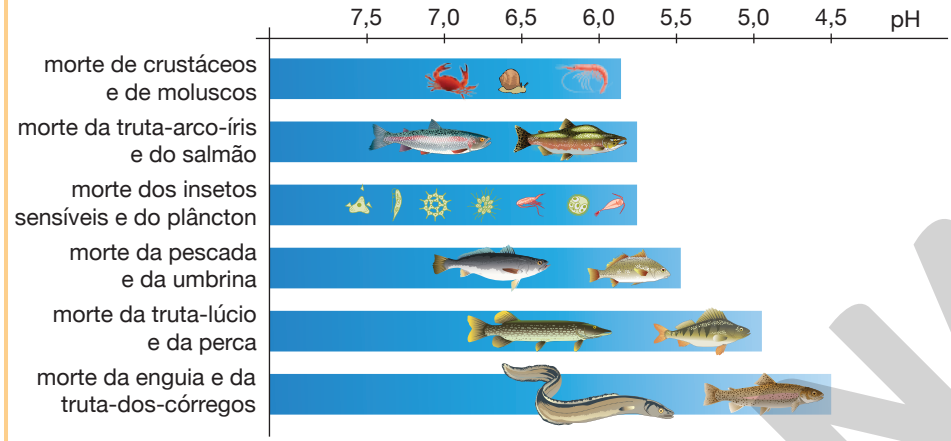
Além dos detergentes, outras ações causam poluição das águas:

- **Aumento da temperatura**: O aumento da temperatura ocasionado pelo lançamento de água aquecida nos mares e rios diminui a concentração de oxigênio dissolvido, o que acaba tornando o ambiente inadequado para a vida de espécies aquáticas.
- **Alterações de concentração**: A mudança da concentração de substâncias dissolvidas na água (como sais) pode ocasionar a morte de seres aquáticos.
- **Mudanças no índice de acidez de um meio** (alteração do pH): Peixes e a maioria dos seres aquáticos são adaptados para viver em determinadas faixas de pH; alterações acentuadas de pH podem causar a morte de seres vivos.

No gráfico abaixo estão representadas algumas espécies aquáticas e as faixas de pH às quais estão adaptadas. Essas faixas variam de um meio ligeiramente básico (7,5) a ácido (abaixo de 7,0) a 25 °C. Repare que, abaixo de 6,0, em meio ácido, muitas espécies já não sobrevivem.

NELSON MATSUDA

ESPÉCIES AQUÁTICAS E FAIXAS DE pH QUE SÃO ADAPTADAS



Representação fora de proporção; cores fantasia.

Fonte: Atmosphere, Climate, and Environment program of Manchester Metropolitan University. *Freshwater acidification*. Disponível em: <https://chemistry.beloit.edu/Rain/copy/mmu/04.html>. Acesso em: 19 jun. 2020.

Atividade

Não escreva no livro.

1 A dessalinização da água é um procedimento utilizado em regiões de escassez de água doce, mas que possuem oferta de água salobra ou salgada. Sobre esse assunto, responda aos itens a seguir:

a) Pesquise em livros e *sites* confiáveis cidades ou regiões brasileiras que utilizam esse procedimento para a obtenção de água potável.

b) As estações de tratamento de água podem tratar águas salobras e salgadas? Justifique sua resposta.

Fique por dentro

Internet

Queimadas – Inpe

<http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal>

Nesse *site* são apresentadas informações sobre o monitoramento operacional de focos de queimadas e de incêndios florestais detectados por satélites, e o cálculo e a previsão do risco de fogo da vegetação.

CPTEC

<http://meioambiente.cptec.inpe.br/>

O Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) faz parte do Inpe e disponibiliza informações sobre qualidade do ar e regiões em que ocorrem queimadas de matas no Brasil.

Prodes

<http://portal1.snirh.gov.br/ana/home/webmap/viewer.html?webmap=042d67e1eab54cfdb5f2dbae72972286>

O Programa Despoluição de Bacias Hidrográficas (Prodes), uma iniciativa da Agência Nacional de Águas (ANA), tem como principal objetivo reduzir os níveis de poluição de bacias hidrográficas por meio da criação de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs).

Acessos em: 19 maio 2020.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Não escreva no livro.

1 (Enem) Em Bangladesh, mais da metade dos poços artesianos cuja água serve à população local está contaminada com arsênio proveniente de minerais naturais e de pesticidas. O arsênio apresenta efeitos tóxicos cumulativos. A ONU desenvolveu um kit para tratamento dessa água a fim de torná-la segura para o consumo humano. O princípio desse kit é a remoção do arsênio por meio de uma reação de precipitação com sais de ferro(III) que origina um sólido volumoso de textura gelatinosa.

Disponível em: <https://www.iaea.org/services/technical-cooperation-programme> Acesso em: 11 dez. 2012 (adaptado).

Com o uso desse kit, a população local pode remover o elemento tóxico por meio de

a) fervura.
b) filtração.
c) destilação.
d) calcinação.
e) evaporação.

2 (Enem) O processo de dessulfurização é uma das etapas utilizadas na produção do diesel. Esse processo consiste na oxidação do enxofre presente na forma de sulfeto de hidrogênio (H_2S) a enxofre (SO_2) e, então, esse gás é usado para oxidar o restante do H_2S. Os compostos de enxofre remanescentes e as demais moléculas presentes no diesel sofrerão combustão no motor.

MARQUES FILHO, J. Estudo da fase térmica do processo Claus utilizando fluidodinâmica computacional. São Paulo: USP, 2004 (adaptado).

O benefício do processo Claus é que, na combustão do diesel, é minimizada a emissão de gases

a) formadores de hidrocarbonetos.
b) produtores de óxidos de nitrogênio.
c) emissores de monóxido de carbono.
d) promotores da acidificação da chuva.
e) determinantes para o aumento do efeito estufa.

3 Observe a imagem a seguir e faça o que se pede:

ANDRÉ BARCELOS/FUTURA PRESS

Em congestionamentos dentro de túneis, recomenda-se desligar o motor do veículo como medida de segurança. Rio de Janeiro (RJ), 2019.

a) É comum que pessoas presas em congestionamentos, em locais pouco ventilados como túneis, por exemplo, podem chegar à inconsciência, sem conseguir pedir socorro. Explique por que isso ocorre.
b) Por que desligar o motor é uma medida de segurança em congestionamentos em túneis?

4 Leia o texto abaixo.

[...] As instalações portuárias e os complexos industriais agregados a esta atividade são emissores de poluentes ao ar, e os custos ambientais deste impacto podem chegar aos milhares de dólares, como já estimado em diversos portos ao redor do mundo. [...] pouco se sabe sobre a emissão de poluentes atmosféricos nos portos brasileiros. O objetivo deste trabalho é um primeiro inventário de poluentes atmosféricos no município portuário de Paranaguá, com foco no entorno da área portuária, avaliando material particulado fino, fuligem e poluentes gasosos (NO_2 e SO_2) [...]. Foram identificados altos níveis de Material Particulado Fino em Paranaguá, com média anual de 15 $\mu g/m^3$, e 34 episódios superiores a 25 $\mu g/m^3$ no ano de 2017, valores que superam as indicações de limites propostas pela Organização Mundial da Saúde (10$\mu g/m^3$ de média anual, e 25 $\mu g/m^3$ para média diária). A partir disto, calculou-se que há um risco de 3% de mortalidade na região portuária de Paranaguá devido ao PM2,5 no ano de 2017. [...]. Adicionalmente, os níveis de NO_2 e SO_2 identificados estiveram próximos aos níveis encontrados em grandes centros urbanos, com médias anuais de 24 e 7,8 $\mu g/m^3$, respectivamente. [...] Os terminais portuários apresentaram contribuições significativas para as concentrações de material particulado fino, enquanto a navegação oceânica apresenta maiores contribuições para as concentrações de SO_2 e fuligem. [...]

GURGATZ, B. M. *Avaliação de material particulado fino, fuligem e poluentes gasosos na região portuária de Paranaguá*. 2018. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Territorial Sustentável) – Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2018. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/55756/R%20-%20D%20-%20BRUNO%20MARTINS%20GURGATZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 maio 2020.

a) Identifique os poluentes mencionados no texto e, para cada um deles, diga: as principais fontes de onde provêm; que efeitos cada um tem sobre o organismo humano.
b) Pesquise sobre material particulado, o significado de PM2,5 e escreva um pequeno texto indicando se o tamanho do material particulado influencia no risco à saúde.
c) A unidade micrômetro, representada por μm, é usada no caso de partículas inaláveis. Por quê?
d) De acordo com seus conhecimentos, a que riscos a população do entorno da área portuária de Paranaguá, bem como os funcionários que trabalham nessa instalação, estão expostos?

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Manual

5 Em 2020, por ocasião da votação do projeto de lei do novo marco do saneamento básico, várias notícias e colunas foram escritas a respeito. Leia os fragmentos de duas publicações para situá-lo a respeito dessa questão.

.....

O Ranking do saneamento básico deste ano buscou mostrar o quão longe o país ainda está em cumprir os compromissos nacionais e internacionais em água tratada, coleta e tratamento de esgoto.

Atualmente no país, usando o SNIS ano base 2018, ainda 16,38% da população brasileira não tem acesso ao abastecimento de água, o que representa quase 35 milhões de pessoas – 3x a população de Portugal; 46,85% não dispõem da cobertura da coleta de esgoto, chegando a mais de 100 milhões de pessoas sem esses serviços básicos – mais de 2x a população da Argentina. Além de tudo isso, o volume de esgoto no Brasil ainda é abaixo do ideal, somente 46% do volume gerado de esgoto no país é tratado.

TRATA BRASIL. Instituto Trata Brasil lança mais um Ranking do Saneamento Básico. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/blog/2020/03/12/instituto-trata-brasil-lanca-mais-um-ranking-do-saneamento-basico/>. Acesso em: 12 abr. 2021.

Segundo dados levantados pelo Instituto Trata Brasil, a partir de registros de internação da base de dados do Ministério da Saúde no ano de 2017, uma média de 13 pessoas são internadas por dia no Espírito Santo com doenças associadas à falta de saneamento. O custo dessas internações para o Estado e os municípios gira em torno de R$ 1,8 milhão por ano. Informações da OMS, por sua vez, destacam que cada dólar investido em saneamento equivale a uma economia de 4,3 dólares no sistema de saúde.

"Normalmente, os grupos mais afetados pela falta de saneamento são as mulheres, as crianças e os idosos moradores de locais mais pobres, por isso a universalização do saneamento é uma necessidade tão fundamental. Além de repercutir diretamente na saúde, a falta do saneamento reflete na produtividade, no desempenho escolar, no comprometimento da renda das famílias, na poluição dos ambientes, entre outros fatores que devem ser considerados quando falamos sobre o tema", explica [o diretor de uma empresa de saneamento básico do Espírito Santo] [...]

REDAÇÃO Fato. Dia Mundial da Saúde é celebrado em momento em que o Brasil e o mundo enfrentam as ameaças do coronavírus. *Jornal Fato*, 7 abr. 2020. Disponível em: <https://www.jornalfato.com.br/saude/dia-mundial-da-saude-e-celebrado-em-momento-em-que-o-brasil-e-o-mundo-enfrentam-as-ameacas-do-coronavirus,354517.jhtml>. Acesso em: 25 jun. 2020.

Se necessário, pesquise para resolver as atividades propostas.

a) O que se entende por saneamento básico?

b) Que aspectos desses fragmentos de textos chamam sua atenção quanto à situação brasileira? De que forma eles se relacionam com questões de saúde e econômicas?

c) No que consiste esse projeto de lei? De que forma os parlamentares que eram favoráveis ao projeto o defendiam? E os opositores a ele, o que alegavam?

d) Faça uma pesquisa sobre o funcionamento de uma estação de tratamento de água, represente o processo por meio de um desenho e resuma as principais etapas do tratamento.

Próximos passos

Neste capítulo, você teve a oportunidade de aprofundar seus conhecimentos sobre qualidade do ar e da água, bem como seus poluentes. No próximo capítulo, você estudará algumas iniciativas para minimizar os impactos causados pela ação humana.

Antes de iniciar o próximo capítulo, sob orientação do professor, você e seus colegas devem pesquisar em livros e *sites* da internet para se aprofundar em um tema relativo à água. Abaixo estão algumas sugestões para ajudá-lo nessa escolha:

- Alternativas de reaproveitamento de água.
- As questões de coleta e tratamento de esgoto na região em que vivem.
- O Rio Tietê (SP) o que aconteceu com ele ao longo do tempo.
- Rios que foram maltratados no passado e se recuperaram – como ocorreu esse processo.
- A poluição na Bacia Amazônica.
- A situação dos esgotos no Brasil.
- Relação entre tratamento de esgoto e de água.

Não se esqueça de indicar as fontes de consulta e averiguar se são confiáveis.

No final da atividade, compartilhe as informações pesquisadas com seus colegas de sala.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

CAPÍTULO

6

Reduzindo impactos

Veja respostas e comentários para as atividades do capítulo no **Suplemento do Professor**.

BNCC:
EM13CNT101
EM13CNT102
EM13CNT106
EM13CNT203
EM13CNT206
EM13CNT310

Para começo de conversa

Como vimos nos capítulos anteriores, a natureza tem uma estrutura complexa e que pode ser perturbada por ações humanas. Hoje, conhecemos muitas de suas características e tiramos proveito disso para nossa sobrevivência. Nesse processo, causamos muitos desequilíbrios.

A busca por matéria e energia, que nos colocou em situação privilegiada ante as outras espécies, também causa distúrbios ambientais que podem prejudicar todos os ecossistemas e, consequentemente, toda a humanidade. Nesse sentido, vem se aperfeiçoando um conjunto de conhecimentos que visam reduzir nossa ação destrutiva na natureza. O conjunto dessas atividades recebe o nome de **desenvolvimento sustentável**.

Quais práticas de manejo permitem a obtenção de recursos naturais para as necessidades humanas, causando pouco prejuízo ao ambiente?

Quais alternativas energéticas permitem contemplar as demandas dos seres humanos sem esgotar recursos naturais e com o mínimo de impacto ambiental?

Como é possível produzir alimentos sem poluir reservas de água?

Neste capítulo abordaremos alguns caminhos que visam minimizar os impactos causados pelo uso de recursos naturais pelo ser humano.

© MUNIZ, VIK/ AUTVIS, BRASIL, 2020.

Obra produzida com resíduos pelo artista brasileiro Vik Muniz. O documentário *Lixo extraordinário*, de 2010, mostra o processo criativo do artista, que se dá em parceria com uma comunidade próxima de um aterro sanitário no Rio de Janeiro. Vik Muniz. *Narciso, a partir de Caravaggio*. Imagens de sucata, 2005, 224,8 cm × 180,3 cm.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Desenvolvimento sustentável

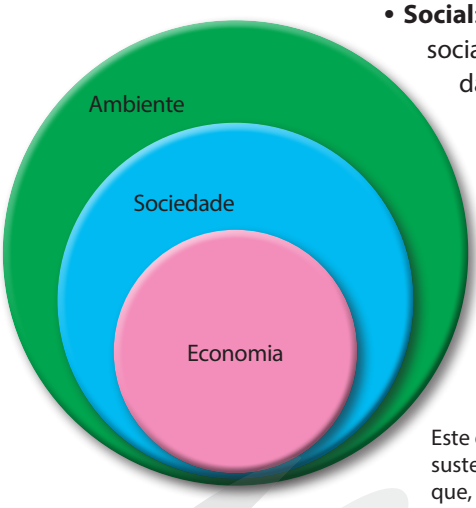
O termo **sustentabilidade** tem sido usado desde a década de 1980 para se referir a atividades produtivas que não degradam ou esgotam os recursos naturais. Com a ampliação constante dos estudos sobre o assunto, sua definição vem sendo refinada e adequada aos novos conhecimentos. Uma expressão originada desses estudos é **desenvolvimento sustentável**, citada frequentemente não só por ecólogos e ambientalistas, mas também nas diversas mídias, como jornais, *sites*, revistas etc.

De maneira simplificada, pode-se dizer que o desenvolvimento sustentável contempla o desenvolvimento social e econômico e a conservação ambiental, com o objetivo de suprir as necessidades atuais sem comprometer os recursos voltados às necessidades das gerações futuras. Por envolver ambiente, sociedade e economia, o estudo da sustentabilidade é interdisciplinar.

Vamos conhecer um pouco melhor cada um desses pilares da sustentabilidade.

- **Ecológico**: consiste na preservação ou recuperação dos ecossistemas, para que mantenham sua biodiversidade e sua dinâmica. Os estudos ecológicos são essenciais, pois viabilizam a adoção de práticas de manejo que não agridam o ambiente.
- **Social**: o desenvolvimento sustentável contempla ideias de redução de conflitos sociais e ampliação da democracia plena, de maneira que todos possam participar das tomadas de decisão. Também abrange ideias relacionadas à preservação da cultura e ao respeito às comunidades nativas.
- **Econômico**: diferentemente do crescimento econômico, que depende do consumo crescente de energia e de recursos naturais e tem impactos devastadores sobre os ecossistemas, o desenvolvimento econômico sustentável leva em consideração que os recursos naturais são finitos e que a degradação dos ecossistemas pode custar muito mais caro que a conservação.

A seguir, veremos um pouco mais sobre desenvolvimento sustentável.



FERNANDO JOSÉ FERREIRA

Este diagrama é utilizado para indicar a relação entre os três pilares da sustentabilidade. Note que a economia está subordinada à sociedade, que, por sua vez, está inserida no ambiente.

Interligações

Não escreva no livro.

Sustentabilidade nas relações internacionais

A consciência sobre os impactos das ações antrópicas no ambiente e sobre a necessidade de remediá-los mobiliza autoridades de diversos países a agir de maneira conjunta. A primeira conferência internacional dedicada a discutir e propor soluções para problemas ambientais ocorreu em Estocolmo, na Suécia, em 1972. Desde então, diversos outros encontros têm sido promovidos.

Em 1992, foi realizada no Rio de Janeiro a conferência **Eco-92**. Vinte anos depois, em 2012, a **Rio+20** discutiu questões sobre o desenvolvimento sustentável. Como resultado desses debates, podemos citar o comprometimento dos países em investir no desenvolvimento sustentável, bem como em adotar metas para elevar positivamente seus indicadores econômicos, sociais e ambientais.

Além das conferências, há também acordos internacionais por meio dos quais os países signatários se comprometem a atingir metas de redução do desmatamento e da emissão de poluentes, entre outros. O **Protocolo de Kyoto**, por exemplo, visa à diminuição da emissão dos gases responsáveis pelo efeito estufa e, consequentemente, pelo aquecimento global.

A partir do texto apresentado, responda às questões:

1. Qual é a relação entre efeito estufa, aquecimento global e biodiversidade?
2. Por que é importante a conservação e a preservação da biodiversidade?
3. Por que as questões ambientais devem ser abordadas por meio de ações coletivas de países de diferentes partes do mundo, e não de maneira isolada?

MODERNA

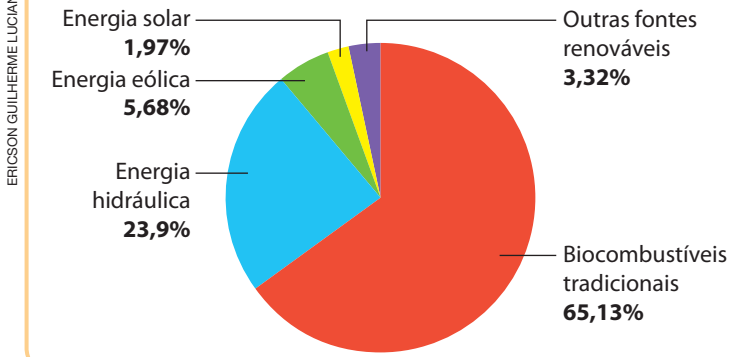
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Alternativas energéticas

Vale retomar o que foi visto no Capítulo 4 sobre o impacto ambiental das diferentes matrizes energéticas. Deve ficar claro que, embora existam alternativas menos poluentes que outras, nenhuma forma de produção de energia é totalmente livre de impactos.

Os combustíveis fósseis representam aproximadamente 80% das fontes energéticas utilizadas no planeta. Contudo, a diminuição das reservas desses combustíveis e os impactos ambientais decorrentes do uso excessivo de derivados de petróleo aumentaram a busca por novas fontes de energia, em especial renováveis e limpas, que causam menos prejuízo ao ambiente.

CONSUMO DE ENERGIA RENOVÁVEL NO MUNDO (2016)



ERICSON GUILHERME LUCIANO

Em 2016, as fontes de energia renováveis representaram menos de 20% do total de energia produzido no mundo. Os biocombustíveis tradicionais são derivados de biomassa tradicional (lenha, resíduos da agricultura e esterco, queimados para a obtenção de energia).

Fonte dos dados: Our World in Data. Disponível em: <https://ourworldindata.org/renewable-energy>. Acesso em: 16 jun. 2020.

Biocombustíveis

Fontes de energia renováveis, os biocombustíveis são derivados de biomassa. No Brasil, os mais utilizados são o etanol, obtido a partir da cana-de-açúcar, e o biodiesel, produzido a partir de óleo vegetal ou gordura animal.

Quando comparado a outras fontes de energia, o biocombustível emite menor quantidade de poluentes, além de possibilitar o reaproveitamento de seus subprodutos e aumentar a geração de empregos no meio rural. No entanto, seu uso também apresenta desvantagens: o processamento da cana-de-açúcar, por exemplo, gera resíduos que podem causar impactos ao ambiente se despejados em rios. Existe também o problema, mencionado anteriormente neste volume, de substituir espaços que seriam naturalmente ocupados por comunidades biológicas complexas por monoculturas. No caso do biodiesel, a plantação de diferentes espécies para sua produção pode esgotar a capacidade do solo e elevar o preço de produtos alimentícios. Isso se deve ao fato de áreas antes usadas para o cultivo de alimento serem substituídas por cultivo de matéria-prima para a produção de biocombustíveis. Com isso, diminui a produção de alimentos, provocando aumento nos preços.

Energias eólica e solar

A **energia eólica** é produzida a partir da energia cinética dos ventos, que movimenta hélices ligadas a uma turbina e aciona um gerador elétrico. Apesar de ser uma fonte limpa e renovável, quase não existem usinas eólicas produtoras de energia elétrica em nosso país.

Abundante na maioria das regiões do planeta, a **energia solar** pode ser empregada como fonte de calor e de eletricidade. A geração de energia elétrica a partir da luz do Sol pode se dar pelo efeito fotovoltaico: a luz incidente sobre materiais semicondutores, células fotovoltaicas que formam os painéis, é transformada em eletricidade e pode ser armazenada em baterias ou transmitida à rede elétrica. Nos últimos anos houve um crescimento significativo na utilização desse tipo de energia, muito indicado para uso em regiões remotas, onde não existe rede elétrica. Contudo, sua instalação ainda apresenta alto custo, o que impede que a energia solar seja amplamente empregada.

Caixa de ferramentas

Fotovoltaico refere-se a materiais que têm a capacidade de transformar energia proveniente da luz em força eletromagnética que pode produzir energia elétrica.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Além da preocupação em minimizar os impactos causados diretamente pela geração de energia, é necessário lembrar que a instalação de usinas, bem como a distribuição e o processamento de energia, também traz prejuízos ambientais.

ZIG KOCH/TYBA

Parque eólico. (Beberibe, CE, 2018.)

CÂNDIDO NETO/OPÇÃO BRASIL IMAGENS

Painéis fotovoltaicos para captação de energia solar. (Ribeira do Piauí, PI, 2017.)

Interligações

Não escreva no livro.

Forno solar

Esse tipo de forno é composto basicamente de um grande espelho côncavo de metal, que reflete os raios solares em um ponto no qual pode ser colocada uma panela, por exemplo. A tecnologia é de baixo custo e, além de beneficiar comunidades que vivem onde não há rede elétrica nem fornecimento de gás, contribui para a redução do desmatamento e da emissão de gases de efeito estufa.

RICARDO AZOURY/OLHAR IMAGEM

O forno solar é uma alternativa econômica e com menor impacto ambiental.

1. Pensando no funcionamento do forno solar, quais são as transformações de energia que ocorrem no aparato?
2. Compare o funcionamento do forno solar com o efeito estufa.
3. Que materiais podem substituir o espelho côncavo de metal? O que eles têm em comum?

Atividades

Não escreva no livro.

1. Imagine que um fabricante de peças de vestuário comece a anunciar que sua produção é sustentável. Que medidas ele deve ter adotado para fazer essa afirmação? Como os consumidores podem verificar se isso realmente ocorre?
2. Uma recomendação feita por ambientalistas atualmente é: "Deixe o carro em casa e use o transporte coletivo". Essa atitude traria benefícios para o ambiente? Justifique.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

As usinas hidrelétricas são consideradas ambientalmente sustentáveis, pois não dependem do consumo de recursos naturais finitos, como os derivados do petróleo. No entanto, não é correto dizer que não exercem nenhum impacto sobre o ecossistema onde se instalam. Além disso, essas usinas podem provocar sérios problemas sociais na região.

Pesquise, em grupo, as polêmicas em torno da construção da usina hidrelétrica de Belo Monte (PA). Discuta com os colegas os argumentos favoráveis e desfavoráveis à instalação dessa usina e, em seguida, elaborem uma apresentação em vídeo ou áudio para explicar as opiniões do grupo sobre o assunto.

Produção de alimentos

Hoje, o modelo predominante de agronegócio no mundo conta com monoculturas ou pastagens que se estendem por enormes áreas e faz uso de agrotóxicos e fertilizantes sintéticos. Isso exerce grande impacto nos ecossistemas, ao reduzir a diversidade de nichos ecológicos e, consequentemente, ameaçar a biodiversidade. Esse tipo de produção também não favorece o desenvolvimento social, pois, em geral, a mão de obra empregada é mal remunerada, o que fomenta a desigualdade social.

Existem diversas propostas para a produção de alimentos que visam ao desenvolvimento sustentável, como a agricultura orgânica, a agroecologia e a permacultura. Essas propostas agregam ideias de conservação do ambiente e de desenvolvimento social e econômico. São modelos que estimulam a agricultura familiar e a formação de associações ou cooperativas de pequenos agricultores, por exemplo.

Na **agricultura orgânica** não é permitido o uso de substâncias que possam colocar em risco a saúde humana ou o equilíbrio ambiental, como agrotóxicos e fertilizantes sintéticos solúveis. As técnicas de cultivo empregadas têm como objetivo a utilização responsável dos recursos naturais, preservando o solo e as fontes de água. Para ser comercializado como orgânico, o produto precisa ser certificado por entidades habilitadas que verificam se o agricultor segue os parâmetros estabelecidos.

A **agroecologia** visa produzir alimentos respeitando ciclos naturais. Em climas tropicais, como no Brasil, entre os principais meios de produção agroecológica estão os sistemas agroflorestais, que se caracterizam pelo cultivo de grande diversidade de plantas alimentares e espécies arbóreas frutíferas ou madeireiras em um mesmo espaço, às vezes associado à criação de animais. Essa forma de agricultura também não admite o uso de agrotóxicos: o controle de doenças e pragas é feito com base em técnicas específicas de manejo. A grande diversidade de plantas arbustivas e arbóreas confere a esse sistema o aspecto de florestas, o que explica a origem do nome.

A **permacultura** foi criada na Austrália, na década de 1970, e consiste em integrar, de maneira harmoniosa, as necessidades humanas ao ambiente natural. Um dos objetivos principais da permacultura é tentar reproduzir ou aproveitar padrões e características naturais dos ecossistemas para atingir o desenvolvimento sustentável. Uma maneira de colocar em prática esse modelo de produção é fazer adubo a partir das fezes dos animais de criação.

Adubação verde

Uma alternativa para reduzir o uso de fertilizantes químicos é a **adubação verde**, prática de origem antiga, na qual determinadas plantas são cultivadas para melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo.

A técnica consiste em plantar, simultaneamente à cultura principal, outra espécie vegetal com potencial para fornecer nutrientes ao solo. As mais conhecidas para essa prática são leguminosas como amendoim, soja, crotalárias, feijão-de-porco, mucunas, feijão-caupi e guandu. Essas espécies conseguem obter nitrogênio por meio das relações ecológicas que mantêm com bactérias fixadoras. Ao morrerem e serem incorporadas ao solo, as leguminosas fornecem a ele diferentes nutrientes, por meio da decomposição. A adubação verde traz muitos benefícios para a agricultura, pois melhora a produção,

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

favorece a retenção de água no solo, diminui a erosão e beneficia a produção de húmus. Além disso, traz benefícios para o meio ambiente e a saúde da população, pois reduz o uso de fertilizantes sintéticos.

MARCOS AMEND/PULSAR IMAGENS

Os sistemas agroflorestais são inspirados nas formas primitivas de agricultura, com pouca ou nenhuma separação entre os diferentes cultivos e a presença de árvores entre eles, formando ecossistemas complexos. Na fotografia, plantio intercalado de bananeira e mandioca. (Feijó, AC, 2016.)

ROGÉRIO PADULA/FUTURA PRESS

Na permacultura, os cultivos são dispostos de maneira a facilitar o manejo. A disposição de plantios inspirada em padrões naturais é amplamente utilizada. (Horta comunitária em São Paulo, SP, 2016.)

Destino do lixo e do esgoto

As atividades humanas produzem resíduos que, se lançados indiscriminadamente no ambiente, podem causar graves desequilíbrios ecológicos. Por isso, o estudo e a adoção de práticas de tratamento de lixo e de esgoto são muito importantes.

Coleta seletiva e reciclagem

A separação e a coleta seletiva do lixo permitem dar um destino adequado aos materiais. A classificação do lixo pode ser de diversos tipos, como orgânicos ou inorgânicos, secos ou úmidos e recicláveis ou não recicláveis.

MARCOS ANDRÉ/OPÇÃO BRASIL IMAGENS

O chamado lixo limpo é transportado a locais onde é separado em metal, papel, plástico e vidro, materiais que podem ser reciclados. (Paulo Afonso, BA, 2015.)

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

A coleta de materiais recicláveis, por exemplo, permite sua reutilização como matéria-prima na fabricação de novos produtos, o que reduz a demanda por recursos naturais.

Novas tecnologias são testadas e aprimoradas no desenvolvimento de materiais passíveis de reciclagem, cuja vantagem é consumir menos recursos naturais que a produção com matérias-primas não recicladas. Assim, esse processo contribui para diminuir a poluição do ar, da água e do solo, ajuda a melhorar a limpeza da cidade e gera empregos.

Caixa de ferramentas

Também conhecidas como os 5 Rs da sustentabilidade, **reduzir**, **reutilizar**, **reciclar**, **repensar** e **recusar**, são ações práticas que estabelecem uma relação harmônica entre o ser humano e o ambiente. Adotando essas práticas, é possível diminuir o custo de vida (reduzir gastos), além de favorecer o desenvolvimento sustentável (desenvolvimento econômico com respeito e proteção ao ambiente e à sociedade).

Tratamento de esgoto

Diferentes tecnologias estão sendo desenvolvidas com o objetivo de transformar o esgoto doméstico em energia. Nas estações de tratamento, o esgoto passa por uma série de processos até que o lodo restante seja depositado em um tanque, no qual ocorre a fermentação anaeróbia, processo biológico do qual resulta o biogás. A gordura retirada da camada superficial do lodo pode servir para a produção de biodiesel. E os resíduos sólidos restantes, livres de agentes patogênicos, podem ser utilizados na produção de fertilizantes. Uma das vantagens do processo é destinar o metano, um dos gases responsáveis pelo efeito estufa, à produção de energia.

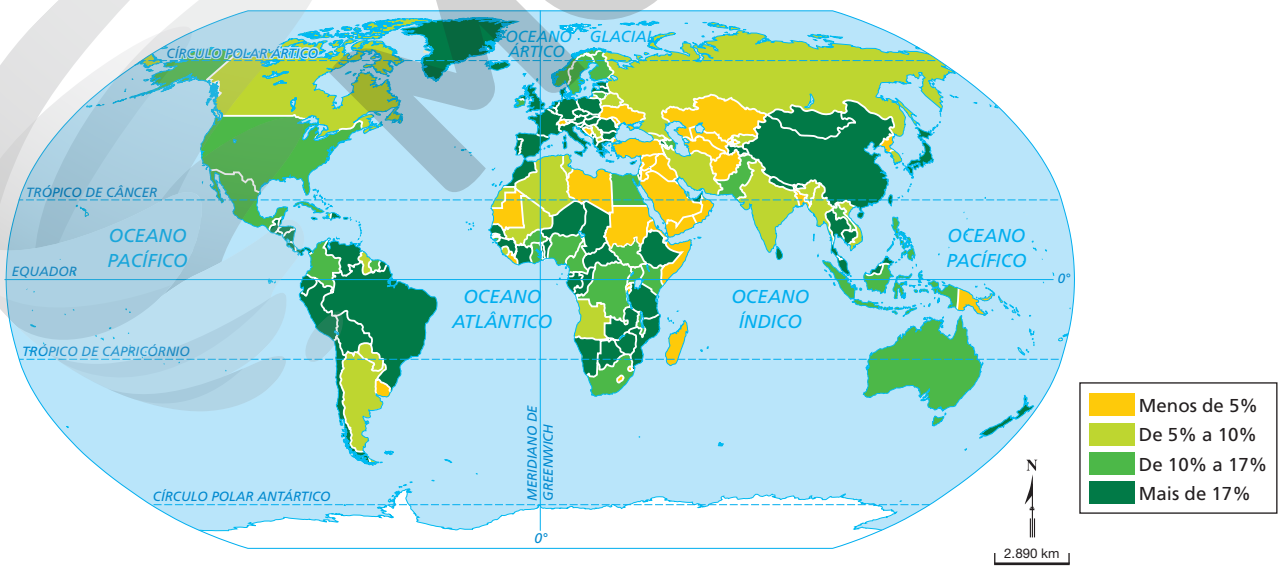
Conservação de ecossistemas

Em julho de 2018, uma pesquisa verificou que 14,9% da área total de todos os biomas terrestres era protegida de alguma forma pelas leis de cada local, aproximadamente o quádruplo do que havia em 1985 (3,48%).

O ambiente marinho também é objeto de regulação ambiental, conforme dados dessa pesquisa, a qual revela que 7,3% dos oceanos estão sob alguma proteção. As áreas marítimas sob jurisdição nacional são as submetidas a maior regulamentação.

A extensão de áreas protegidas é constantemente alterada, com a inclusão de novos territórios ou a exclusão de regiões preservadas.

ÁREAS DE ECOSSISTEMAS TERRESTRES PROTEGIDOS POR LEI (2016)



FERNANDO JOSÉ FERREIRA

O Brasil tem mais de 20% de seu território protegido.

Fonte dos dados: ÁREAS DE ECOSSISTEMAS TERRESTRES PROTEGIDOS POR LEI (2016). Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2016-051.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2021.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

A manutenção da biodiversidade requer a preservação não somente de ecossistemas e espécies, mas também da diversidade genética. Para isso, é essencial proteger diferentes populações da mesma espécie. Os **corredores ecológicos**, que fazem a ligação entre ilhas de vegetação, têm sido uma estratégia para evitar o isolamento das áreas naturais. Eles possibilitam a transferência de genes de uma população para outra e a manutenção da biodiversidade.

MAURICIO SIMONETTI/PULSAR IMAGENS

Corredores ecológicos são faixas de floresta que conectam ilhas de vegetação, permitindo o trânsito seguro de animais entre elas. (Caiapônia, GO, 2019.)

O planejamento em conservação considera a dinâmica da paisagem e o inter-relacionamento necessário entre áreas protegidas. Para que o sistema se torne ecologicamente viável, é necessária a preservação de extensas áreas.

Unidades de conservação

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), instituído pela Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, estabeleceu a divisão das áreas naturais no Brasil em dois grupos: as **áreas de proteção integral**, nas quais se admite apenas o uso indireto de seus atributos naturais, e as **áreas de uso sustentável**, que objetivam conciliar a conservação do ambiente e o uso direto de parte de seus recursos. O primeiro parque nacional brasileiro, do Itatiaia (RJ), foi criado pelo então presidente Getúlio Vargas em 1937. Até 2017, o país já contava com 72 unidades de conservação dessa categoria.

Deixe claro para os estudantes que o objetivo deste tópico é mostrar um panorama das unidades de conservação (UCs) no Brasil. Peça a eles que pesquisem se existe alguma UC na região onde moram e, em caso afirmativo, de qual tipo é.

Unidades de proteção integral

As unidades de proteção integral abrangem as seguintes modalidades: estação ecológica, reserva biológica, parque nacional, monumento natural e refúgio de vida silvestre.

- **Estação ecológica**: voltada para preservação e pesquisas científicas, é fechada à visitação pública, exceto com fins educacionais. O manejo de espécies e a coleta de componentes do ecossistema só são permitidos com finalidades científicas ou de preservação. Exemplos: Estação Ecológica Mico-Leão-Preto (SP) e Estação Ecológica do Seridó (RN).

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

- **Reserva biológica**: objetiva a preservação integral da biota e dos demais recursos sem que se exerçam interferências, exceto medidas de recuperação dos ecossistemas alterados ou ações de manejo para a recuperação do equilíbrio natural. São admitidas pesquisas científicas e visitações públicas, estas apenas com fins educacionais. Exemplos: Reserva Biológica de Poço das Antas (RJ) e Reserva Biológica Atol das Rocas (RN).
- **Parque nacional**: voltado para a preservação dos ecossistemas de relevância ecológica e estética, permite também pesquisas científicas, turismo e lazer. Exemplos: Parque Nacional da Amazônia (AM), Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (GO) e Parque Nacional da Serra dos Órgãos (RJ).

CELIO MESSIAS/ISTOCK/GETTY IMAGES

Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (GO, 2018).

- **Monumento natural**: visa preservar sítios naturais singulares ou de beleza cênica destacada. Aberto à visitação pública sob condições estabelecidas no plano de manejo de cada unidade. Exemplos: Monumento Natural das Falésias de Beberibe (CE), Monumento Natural dos Costões Rochosos (RJ) e Monumento Natural dos Monólitos de Quixadá (CE).
- **Refúgio de vida silvestre**: visa proteger ambientes naturais onde são asseguradas as condições para a existência ou reprodução de espécies da fauna (residente ou migratória) ou flora local. Exemplos: Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas (PR).

Unidades de uso sustentável

As unidades de uso sustentável abrangem as seguintes modalidades: área de proteção ambiental, área de relevante interesse ecológico, floresta nacional, reserva extrativista, reserva de fauna, reserva de desenvolvimento sustentável e reserva particular do patrimônio natural.

- **Área de Proteção Ambiental (APA)**: apresenta, em geral, grande extensão com determinado grau de ocupação humana. Visa à proteção da diversidade biológica, à monitoração da ocupação, à pesquisa e à conservação dos recursos naturais por meio do uso de terras públicas ou privadas. Exemplos: Área de Proteção Ambiental de Chapada do Araripe, que abrange os estados do Ceará, de Pernambuco e do Piauí, e Área de Proteção Ambiental Baleia Franca (SC).
- **Área de relevante interesse ecológico**: área de pequena extensão com pouca ou nenhuma ocupação humana. Destaca-se por possuir características naturais extraordinárias ou abrigar exemplares raros da biota regional. Sua meta é a regulação do uso dessas áreas para conservação da natureza. Exemplos: Área de Relevante Interesse Ecológico Vale dos Dinossauros (PB) e Área de Relevante Interesse Ecológico Floresta da Cicuta (RJ).

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

- **Floresta nacional**: área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas que tem entre seus objetivos básicos o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica. Exemplos: Floresta Nacional do Amazonas, que abrange Amazonas e Roraima, e Floresta Nacional dos Palmares (PI).

CÂNDIDO NETO/OPÇÃO BRASIL IMAGENS

Floresta dos Palmares (Altos, PI, 2014).

- **Reserva extrativista**: área utilizada por populações que têm sua sobrevivência baseada no extrativismo, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte. Visa ao uso sustentável dos recursos e à proteção dos meios de vida dessas populações. A pesquisa científica é permitida. Exemplos: Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo (RJ) e Reserva Extrativista Chico Mendes (AC).

ZIG KOCH/PULSAR IMAGENS

Coleta de castanha-do-pará na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Rio Iratapuru. (Laranjal do Jari, AP, 2017.)

- **Reserva de fauna**: área natural com populações de espécies animais nativas, terrestres ou aquáticas, residentes ou migratórias. Nenhuma unidade de conservação dessa categoria foi criada até o momento.
- **Reserva de desenvolvimento sustentável**: área natural na qual vivem populações tradicionais que têm sua subsistência baseada na exploração consciente e sustentável dos recursos naturais. Exemplos: Reserva de Desenvolvimento Sustentável de Mamirauá (AM) e Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Rio Iratapuru (AP).
- **Reserva particular do patrimônio natural (RPPN)**: área privada que tem como meta conservar a diversidade biológica. Só são permitidas pesquisas científicas e visitações com fins turísticos, recreativos e educacionais. Exemplos: RPPN Santuário Rã-Bugio, em Guaramirim (SC), e RPPN Fazenda Arara-Azul (MS).

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Recuperação de ecossistemas degradados

No Brasil, podemos observar ecossistemas degradados, por exemplo, pela ação da mineração e pela instalação de polos industriais.

Áreas de mineração

A exploração de minérios, especialmente quando realizada de forma irresponsável, acarreta muitos impactos ao ambiente, por exemplo: desmatamento, degradação da paisagem, assoreamento e contaminação de rios e erosão. No Brasil, há inúmeros casos de ecossistemas degradados pela mineração; o mais famoso é o da mina de Serra Pelada (PA).

A Constituição Federal de 1988 torna obrigatória a restauração da cobertura vegetal local quando há exploração de recursos minerais. Novas tecnologias, como o uso de leguminosas nativas inoculadas com bactérias fixadoras de nitrogênio, aceleram o processo, diminuindo para três anos o aparecimento de uma cobertura florestal. Também podem ser utilizados fungos micorrízicos capazes de aumentar a absorção de água e nutrientes, o que resulta em plantas mais aptas a suportar as condições de estresse ambiental. A bacia carbonífera de Santa Catarina, por exemplo, está sendo recuperada com o uso dessas tecnologias.

Poluição industrial

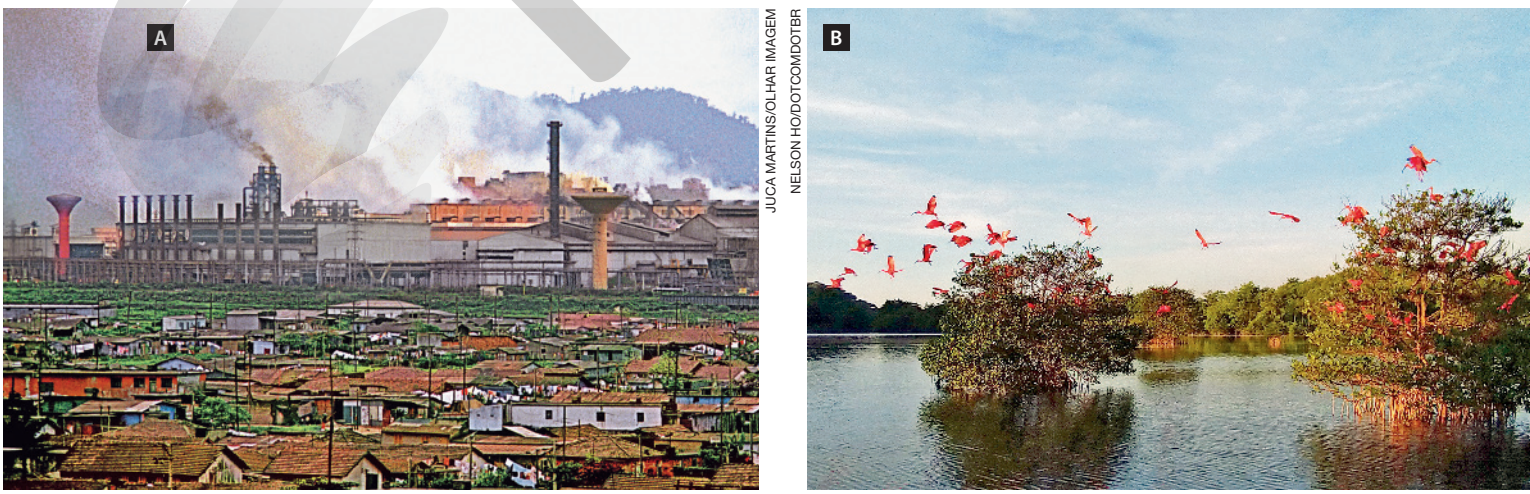
Cubatão (SP) é reconhecida pela ONU como símbolo de recuperação ambiental. A partir da década de 1960, a cidade havia se tornado um grande polo industrial e começava a apresentar sinais de intensa degradação ambiental: áreas sem vegetação, erosão das encostas da Serra do Mar, assoreamento dos rios, desaparecimento de aves e peixes, degradação do mangue e qualidade do ar muito ruim.

No início dos anos 1980, o governo do estado iniciou um plano de recuperação ambiental que trouxe muitos resultados positivos, reduzindo os principais impactos. Atualmente, as indústrias do local têm focado no desenvolvimento mediante critérios de sustentabilidade.

PROJETO CONSERVADOR DE ÁGUAS/PREFEITURA DE EXTREMA, MG

PROJETO CONSERVADOR DE ÁGUAS/PREFEITURA DE EXTREMA, MG

Em 2007, a prefeitura de Extrema (MG) lançou o projeto "Conservador das águas", que remunera agricultores que recuperarem a mata nativa ao redor de nascentes e em topos de morro. O sucesso dessa ação rendeu prêmios internacionais à iniciativa. Em (**A**), local ocupado por pasto (2007); em (**B**), o mesmo local após o início da recuperação (2015).



JUCA MARTINS/OLHAR IMAGEM

NELSON HO/DOTCOMDOTBR

(**A**) Cubatão (SP) com intensa degradação ambiental, mundialmente conhecida como Vale da Morte, em 1984. (**B**) Agora o município é símbolo de recuperação ambiental. Na fotografia, guarás-vermelhos (*Eudocimus ruber*) no manguezal, 2019.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Não escreva no livro.

Atenção

Organizem-se em grupo. Leiam todo o procedimento antes de iniciar o trabalho.

Bioindicadores da poluição atmosférica

Objetivo

- Conhecer um método simples para avaliar a poluição atmosférica.

Materiais

- Caderno e lápis para anotações
- Fita métrica
- Câmera fotográfica (opcional)

Proponha uma hipótese à seguinte questão:

A poluição atmosférica é um problema na região onde você vive?

Procedimento

1. Sob orientação do professor, cada grupo ficará encarregado de estudar um local diferente.
2. Ao chegar ao local, anotem as características do ambiente que julgarem relevantes, como a presença de ruas movimentadas ou fábricas próximas.
3. Escolham um local arborizado e, usando a fita métrica, delimitem um quadrado de aproximadamente 4 metros de lado.
4. Contem e anotem quantas árvores há na área delimitada.
5. Verifiquem se é possível encontrar liquens nessas árvores. Anotem a quantidade e as características dos liquens que julgarem interessantes, por exemplo: são de que cor? São grandes ou pequenos?

Resultados

Com base no número de árvores e na quantidade de liquens observados, analisem a frequência de liquens nessa área.

Questões

1. Liquens são considerados bioindicadores da poluição ambiental: em locais com ar poluído, eles se proliferam menos do que em locais onde o ar é limpo. Sabendo disso, o que você pode afirmar sobre a poluição do ar no local estudado?
2. Compare os resultados do seu grupo com os de outros grupos. Há variação? Como isso pode ser explicado? Se foi possível fotografar as árvores, compare as imagens obtidas pelos grupos.
3. Além da poluição, que fatores influenciam a proliferação de liquens?
4. Após a discussão com os outros grupos, você acha que as informações coletadas foram suficientes para analisar a poluição do ar e suas possíveis causas? Em caso negativo, o que seu grupo poderia ter feito de diferente?

Conclusão

Revisem a hipótese proposta no começo da atividade, comparem-na com suas observações e com as de seus colegas e escrevam sua própria conclusão.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Fique por dentro

Internet

Repórter Eco
<http://tvcultura.cmais.com.br/reportereco>

Site oficial com vídeos, matérias, entrevistas e últimas edições do programa *Repórter Eco*, exibido pela TV Cultura.

Consumo sustentável: Manual de educação
<http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao8.pdf>

Manual do Ministério do Meio Ambiente e do Ministério da Educação sobre consumo sustentável.

Pnud
<http://www.br.undp.org/>

Site do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento com notícias sobre projetos brasileiros que visam ao desenvolvimento humano e sustentável.

Economia solidária
<http://www.mte.gov.br/ecosolidaria/ecosolidaria_oque.asp>

Site do Ministério do Trabalho com informações sobre economia solidária.

Acessos em: 11 abr. 2021.

Filmes

Oceano de plástico. Direção: Craig Leeson. Hong Kong, 2016. (102 min.)

Documentário filmado em diversas localidades, aborda as consequências da poluição plástica para os ecossistemas e para a saúde humana.

Amazônia S/A. Direção: Estevão Ciavatta e Fernando Acquarone. Brasil, 2016. (50 min.)

Documentário que apresenta diversos pontos de vista sobre a situação da Amazônia, com riquíssima biodiversidade e baixos índices de desenvolvimento humano.

O planeta. Direção: Michael Stenberg, Johan Soderberg e Linus Torell. Suécia, Noruega e Dinamarca, 2006. (84 min.)

Documentário com entrevistas de cientistas de diferentes áreas sobre as mudanças climáticas que estão ocorrendo em nosso planeta.

Uma verdade inconveniente. Direção: Davis Guggenheim. Estados Unidos, 2006. (97 min.)

O filme mostra uma análise sobre o aquecimento global, apontando equívocos e possíveis soluções para os problemas relacionados ao tema.

Livros

CALDAS, S. T. *Terra sob pressão: a vida na era do aquecimento global*. Moderna, 2008.

Aborda os problemas causados pelo uso indiscriminado dos recursos naturais e as consequências das interferências das ações humanas no ambiente.

NGO, C. *Energia: motor da humanidade*. Senac, 2011.

Discute as alternativas que estão sendo pesquisadas para substituir os combustíveis fósseis como fonte de energia.

VISSER, W. *Os 50+ importantes livros em sustentabilidade*. Instituto Jatobá e Peirópolis, 2012.

Apresenta uma sinopse dos 50 livros mais importantes sobre sustentabilidade, com uma reflexão sobre as soluções tecnológicas e questões econômicas e políticas.

GRIPPI, S. *Lixo: reciclagem e sua história*. Interciência, 2006.

Propõe uma reflexão sobre o tratamento do lixo doméstico, abordado como uma questão cultural, e suas implicações tecnológicas.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

ATIVIDADES FINAIS

1 Quais são as características de uma empresa ecologicamente sustentável? Você conhece alguma empresa desse tipo?

2 De que maneira o despejo de esgoto não tratado altera um ecossistema aquático?

3 A recuperação de uma área degradada pode contar com a participação humana: em algumas cidades brasileiras, donos de propriedades rurais recebem incentivos financeiros para reflorestar áreas ocupadas por pasto. Que critérios devem ser seguidos para a escolha das espécies de plantas utilizadas nesse reflorestamento?

4 Carros elétricos utilizam motores movidos a energia elétrica em vez de motores de combustão. Por não emitirem fumaça, esses veículos são considerados "ecológicos" ou "sustentáveis". Você concorda com essa afirmação? Justifique.

5 (Enem)

O potencial brasileiro para gerar energia a partir da biomassa não se limita a uma ampliação do Pró-álcool. O país pode substituir o óleo *diesel* de petróleo por grande variedade de óleos vegetais e explorar a alta produtividade das florestas tropicais plantadas. Além da produção de celulose, a utilização da biomassa permite a geração de energia elétrica por meio de termelétricas a lenha, carvão vegetal ou gás de madeira, com elevado rendimento e baixo custo.

Cerca de 30% do território brasileiro é constituído por terras impróprias para a agricultura, mas aptas à exploração florestal. A utilização de metade dessa área, ou seja, de 120 milhões de hectares, para a formação de florestas energéticas permitiria produção sustentada do equivalente a cerca de 5 bilhões de barris de petróleo por ano, mais que o dobro do que produz a Arábia Saudita atualmente.

Fonte: VIDAL, José Walter Bautista. Desafios internacionais para o século XXI. *In: Seminário da Comissão de Relações Exteriores e de Defesa Nacional da Câmara dos Deputados*, ago. 2002 (com adaptações).

Para o Brasil, as vantagens da produção de energia a partir da biomassa incluem:

a) implantação de florestas energéticas em todas as regiões brasileiras com igual custo ambiental e econômico.

b) substituição integral, por biodiesel, de todos os combustíveis fósseis derivados do petróleo.

c) formação de florestas energéticas em terras impróprias para a agricultura.

d) importação de biodiesel de países tropicais, em que a produtividade das florestas seja mais alta.

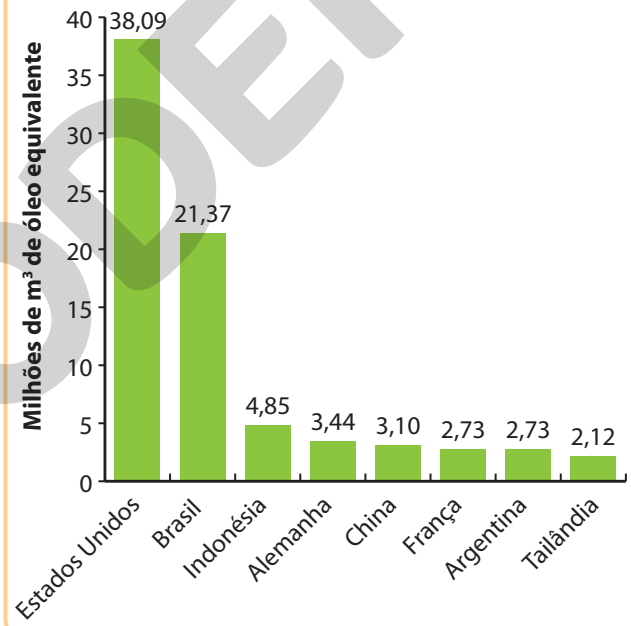
e) regeneração das florestas nativas em biomas modificados pelo homem, como o Cerrado e a Mata Atlântica.

6 Que medidas você considera importantes para que uma eventual ocupação humana dentro ou próxima de unidades de conservação cause o menor impacto possível ao ambiente?

7 A região onde você vive está inserida em qual bioma? Em sua opinião, que alterações antrópicas mais alteraram esse local?

Analise o gráfico abaixo e responda às questões 8 a 10.

PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS (2018)



Fonte dos dados: Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/274168/biofuel-production-in-leading-countries-in-oil-equivalent/>. Acesso em: 16 jun. 2020.

8 O uso de biocombustíveis é significativo no Brasil? Justifique.

9 Que características geográficas podem ajudar a explicar a grande produção de biocombustíveis dos dois países citados como maiores produtores? Além dessas características, que outros fatores influenciam a produção de biocombustíveis?

10 Qual é a importância ecológica e econômica da produção de biocombustíveis?

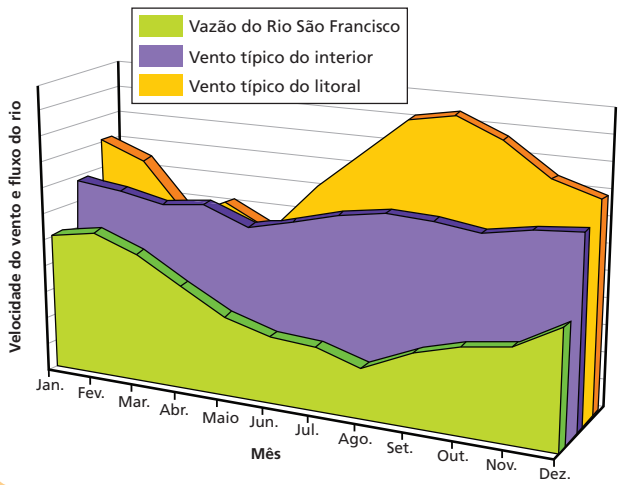
ERICSON GUILHERME LUCIANO
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

O gráfico a seguir foi construído a partir de informações coletadas em um grande estudo realizado no início dos anos 2000. Analise-o para responder às questões 11 a 13.

COMPARAÇÃO ENTRE A VAZÃO DO RIO SÃO FRANCISCO E OS VENTOS NO NORDESTE DO BRASIL AO LONGO DOS MESES DO ANO

FERNANDO JOSÉ FERREIRA



Fonte dos dados: Centro Brasileiro de Energia Eólica – CBEE/UFPE.

11 Em que meses os ventos apresentaram maiores velocidades na região Nordeste?

12 Em que meses o fluxo de água do Rio São Francisco foi mínimo?

13 A partir das informações do gráfico, explique como o potencial de geração de energia elétrica varia ao longo do ano, considerando as fontes hídrica e eólica.

Leia o texto a seguir para responder às questões 14 a 16.

.....

Sete milhões de pessoas no mundo ainda morrem, anualmente, por causa da poluição do ar. O dado é de um novo relatório divulgado pela Organização Mundial de Saúde, que mostra que nove em cada dez pessoas respiram ar contendo altos níveis de poluentes. [...]

[...] As mortes são causadas por exposição a partículas finas do ar poluído que penetram profundamente nos pulmões e no sistema cardiovascular, causando doenças como derrame, doenças cardíacas, câncer de pulmão, doenças pulmonares obstrutivas crônicas e infecções respiratórias, incluindo pneumonia.

[...]

Fonte: Poluição do ar mata 7 milhões por ano, a maioria em países pobres, diz OMS. *G1*. Disponível em: <http://g1.globo.com/natureza/blog/nova-etica-social/post/poluicao-do-ar-mata-7-milhoes-por-ano-maioria-em-paises-pobres-diz-oms.html>. Acesso em: 16 jun. 2020.

14 É possível haver desenvolvimento econômico sem poluição da atmosfera? Na justificativa de sua resposta, explique o que você considera "desenvolvimento" e apresente exemplos e argumentos para embasar sua opinião.

15 Pesquise sobre as regiões do mundo onde é maior a ocorrência de problemas decorrentes da poluição ambiental. É possível fazer uma correlação entre poluição atmosférica e grau de desenvolvimento econômico e social? Justifique.

16 Que medidas são importantes para reduzir a poluição da atmosfera? Liste alguns exemplos e explique como cada um deles contribui para a redução da poluição.

17 (Unicamp-SP) As discussões sobre a instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte iniciaram-se no começo da década de 1970, definindo os primeiros diagnósticos sobre o inventário hidrelétrico da bacia hidrográfica na qual a usina será instalada. Em fevereiro de 2010, foi concedida a licença ambiental para a construção da usina, considerada a maior usina hidrelétrica inteiramente brasileira.

a) Em qual bacia hidrográfica será construída a Usina Hidrelétrica de Belo Monte e em qual unidade federativa será localizada?

b) Aponte um impacto ambiental e um impacto socioeconômico decorrentes da instalação e do funcionamento de uma usina hidrelétrica de grande porte no bioma em que será instalada a usina de Belo Monte.

18 (Unicamp-SP) Na discussão atual sobre a sustentabilidade do planeta, o termo "3R" tem sido usado para se referir a práticas – Reutilizar, Reciclar e Reduzir – que podem ser adotadas para diminuir o consumo de materiais e energia na produção de objetos.

a) Tendo em vista a sustentabilidade do planeta, ordene os verbos "reutilizar", "reciclar" e "reduzir", colocando em primeiro lugar a ação que levaria a uma diminuição mais significativa do consumo energético e material e, em último, a ação que levaria a uma diminuição menos significativa.

b) Em um condomínio residencial há quatro grandes recipientes para receber, separadamente, metais, vidros, papéis e plásticos. Seria importante que houvesse outro recipiente, que até poderia ser menor, para receber outro tipo de material. Que material seria esse, sabendo-se que, do ponto de vista ambiental, ele é mais prejudicial que os outros mencionados? Explique por que esse material é muito prejudicial ao ambiente, quando descartado.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Neste volume, você pôde aprender sobre muitos conhecimentos das Ciências da Natureza que alicerçaram o percurso da humanidade até as inúmeras conquistas tecnológicas contemporâneas, muitas das quais são indissociáveis da vida dos jovens deste século.

Nesse percurso, foram estudados conceitos de eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo – campo da Física relacionado aos outros dois – bem como os processos químicos que nos permitem obter energia elétrica em pilhas e baterias e vice-versa. Se, por um lado, todos os processos de geração de energia elétrica podem facilitar o acesso a melhores condições de vida e a novas alternativas de comunicação via *smartphones* e *notebooks*, por exemplo, por outro, também têm nos cobrado um olhar atento à qualidade do ar e da água e à questão do descarte adequado de resíduos. Todos esses aspectos têm repercussão nos ecossistemas e biomas, que abrigam inúmeras formas de vida, inclusive a nossa e, portanto, a de nossos descendentes.

No capítulo final deste volume, foi abordada uma questão que assumiu grande importância nas últimas décadas: a da **sustentabilidade**. Retomando as ideias centrais que norteiam esse conceito, vale destacar que as necessidades humanas atuais devem ser examinadas de modo a explorar da melhor forma possível o potencial dos recursos naturais, sem perder de vista o futuro, isto é, garantindo a biodiversidade e a preservação de ecossistemas. Simplificando, sustentabilidade significa conseguir o melhor tanto para as pessoas quanto para o ambiente, no presente e em um futuro distante. Desse modo, qualquer projeto sustentável, inclusive para obtenção de energia, deve ser:

- economicamente viável;
- ecologicamente correto;
- culturalmente aceito;
- socialmente justo.

Em setembro de 2015, líderes e representantes de governos e estados reunidos na sede da Organização das Nações Unidas (ONU), em Nova York (Estados Unidos), acordaram a criação da Agenda 2030, que contempla um conjunto de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), indicados abaixo, e metas globais para serem alcançados até o ano de 2030.

REPRODUÇÃO/ONU

Atender integralmente a todos esses objetivos não é simples, mas é um propósito que devemos perseguir. O que temos feito e o que ainda poderemos fazer para alcançar essas metas? Vamos pensar sobre o assunto e propor soluções.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Sob a orientação de seu professor, organizem-se em grupos para o trabalho, conversem, pesquisem e elaborem respostas para as seguintes questões:

1. Entre as imagens que abrem este livro, estão contempladas as que mostram novas alternativas de geração de energia e exemplo de demonstração de agressão ao ambiente e à vida. Voltem a elas e, para cada uma, redijam uma pequena reflexão pessoal sobre o que elas provocam em vocês.

2. Examinem o noticiário brasileiro recente e busquem dois exemplos de cada situação que evidenciem:

a) o uso de energia com baixo impacto ambiental;

b) práticas adotadas corriqueiramente e que são culturalmente aceitas no Brasil, mas que estão em desacordo com os princípios da sustentabilidade.

3. Em sua região, a coleta de lixo é feita levando em conta os princípios da sustentabilidade? Expliquem.

4. Quais são as principais matrizes energéticas utilizadas na obtenção de energia elétrica na região do Brasil onde vocês vivem (hidrelétrica, térmica a carvão, a gás natural, eólica, solar)? Nessa região são disseminadas práticas de obtenção de energia elétrica em pequena escala? Comparem sua realidade com a nacional.

5 Em alguma das usinas de geração de energia elétrica de sua região é usada matéria orgânica produzida por lixo ou esgoto? Caso não seja, busquem exemplos no Brasil em que essa alternativa seja utilizada.

6. Alcançar padrões de consumo e produção mais responsáveis é um dos 17 objetivos de desenvolvimento sustentável. Isso porque não é possível agir de forma sustentável sem uma reflexão constante sobre nosso consumo e nossa cadeia produtiva. Considerem a frase: "Se continuarmos a consumir como o fazemos na atualidade, precisaremos explorar bem mais do que uma Terra.". Em seguida, analisem criticamente essa ideia, diferenciando consumo de consumismo.

INSTITUTO AKATU

Um dos cartazes do material da campanha Cuide, do Instituto Akatu pelo Consumo Consciente, cujo mote é "Consuma sem consumir o mundo em que você vive". A imagem alerta para a questão: Quantos planetas seriam necessários para dar conta do desperdício de recursos naturais?

7. Feito isso, preparem uma apresentação multimodal, composta de cartaz, *podcast* e vídeo, em que, além de resumir o que pesquisaram, orientem as pessoas a agir de forma mais sustentável.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

RESPOSTAS DAS ATIVIDADES E ATIVIDADES FINAIS

Capítulo 1 Eletricidade: de onde vem e para onde vai?

Atividades — Página 20

1. $1{,}56 \cdot 10^{18}$ elétrons
2. 500 A
3. 450 C
4. 20

Atividade — Página 22

1. **a)** A corrente elétrica flui de A para B.
   b) 6 J/C
   c) 0,4 C/s

Atividades — Página 26

1. 5 A
2. 1,11 A
3. $i_{led} = 0{,}1$ A
   $i_{fluorescente} = 0{,}21$ A
   $i_{incandescente} = 1$ A
4. $i_{220} \simeq 5{,}5$ A
   $i_{110} \simeq 11$ A

Atividades — Página 30

1. Sentido horário.
2. **a)** 0,4 A
   b) 0,3 A
3. Faixa I.
4. 31 kΩ

Atividades — Página 35

1. **a)** 1,5 W
   b) 6 W
   c) 24 W
2. **a)** 2 A
   b) 240 W
   c) 80 V
3. **a)** 18 W
   b) 1,5 A
   c) $U_A = 4$ V
   $U_B = 8$ V
   d) $R_A \simeq 2{,}7\ \Omega$
   $R_B \simeq 5{,}3\ \Omega$
4. 0,5 A
5. 0,74 A

Atividades finais — Página 36

1. Alternativa **b**.
2. Alternativa **a**.
3. Alternativa **a**.
4. Alternativa **c**.

Capítulo 2 Geradores de energia portáteis

Atividade — Página 46

1. **a)** Do eletrodo de alumínio para o de cobre.
   b) Na semipilha de cobre.
   c) $Cu^{2+}(aq) + 2\,e^- \xrightarrow{\text{oxidação}} Cu^0(s)$
   $Al^0(s) \xrightarrow{\text{oxidação}} Al^{3+}(aq) + 3\,e^-$
   d) $3\,Cu^{2+}(aq) + Al^0(s) \longrightarrow 3\,Cu^0(s) + Al^{3+}(aq)$
   e) Espécie oxidante: Cu^{2+}
   Espécie redutora: Al^0
   f) Polo positivo: $Cu^{2+} | Cu^0$
   Polo negativo: $Al^0 | Al^{3+}$
   g) Os cátions se movimentam na ponte salina no sentido da semipilha de alumínio para a de cobre. E os ânions, no sentido da semipilha de cobre para a de alumínio.
   h) Cátodo: $Cu^{2+} | Cu^0$
   Ânodo: $Al^0 | Al^{3+}$

Atividades — Página 49

1. Por convenção.
2. **a)** F_2
   b) Li
   c) F_2
   d) Li
3. Que o Zn^{2+} tem menor tendência a reduzir-se do que o H^+.
4. O Zn^0 tem caráter redutor maior que o do H_2.
5. Sim, porque o F_2 tem maior tendência a reduzir-se do que o Cl_2.
6. Não, porque o I_2 tem menor tendência a reduzir-se do que o Cl_2.
7. Não, porque o $E°_{oxidação}$ do Zn^0 ($E°_{oxi} = -E°_{red} = +0{,}76$ V) é menor que o do Mg^0 ($E°_{oxi} = -E°_{red} = +2{,}36$ V).
8. Não, nessa tabela não há nenhuma outra espécie com tendência de se reduzir menor que a do Li^+. Além disso, o lítio não apresenta Nox superior a +1, portanto, ele não pode ser oxidado.

MODERNA
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Atividades

Página 50

1 a) polo positivo: $Ag^+ \mid Ag^0$; polo negativo: $Zn^0 \mid Zn^{2+}$

cátodo: $Ag^+ \mid Ag^0$; ânodo: $Zn^0 \mid Zn^{2+}$

$Zn^0 \mid Zn^{2+} \longrightarrow Ag^+ \mid Ag^0$

$\Delta E° = 1{,}56\ V$

$Zn^0(s) + 2\ Ag^+(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + Ag^0(s)$

b) polo positivo: $Sn^{2+} \mid Sn^0$; polo negativo: $Zn^0 \mid Zn^{2+}$

cátodo: $Sn^{2+} \mid Sn^0$; ânodo: $Zn^0 \mid Zn^{2+}$

$Zn^0 \mid Zn^{2+} \longrightarrow Sn^{2+} \mid Sn^0$

$\Delta E° = 0{,}62\ V$

$Zn^0(s) + Sn^{2+}(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + Sn^0(s)$

c) polo positivo: $Au^{3+} \mid Au^0$; polo negativo: $Cu^0 \mid Cu^{2+}$

cátodo: $Au^{3+} \mid Au^0$; ânodo: $Cu^0 \mid Cu^{2+}$

$Cu^0 \mid Cu^{2+} \longrightarrow Au^{3+} \mid Au^0$

$\Delta E° = 1{,}06\ V$

$3\ Cu^0(s) + 2\ Au^{3+}(aq) \longrightarrow 3\ Cu^{2+}(aq) + 2\ Au^0(s)$

2 Ni, Zn e Sn.

3 Ni.

4 $Zn^0(s) + 2\ H^+(aq) \rightleftharpoons Zn^{2+}(aq) + H^2(g)$

$Ni^0(s) + 2\ H^+(aq) \rightleftharpoons Ni^{2+}(aq) + H^2(g)$

$Sn^0(s) + 2\ H^+(aq) \rightleftharpoons Sn^{2+}(aq) + H^2(g)$

$Ni^0(s) + Sn^{2+}(aq) \rightleftharpoons Ni^{2+}(aq) + Sn^0(s)$

Atividades

Página 61

1 a)

cátodo: $K^+(l) + e^- \longrightarrow K^0(s)$

ânodo: $I^-(l) \longrightarrow \frac{1}{2} I_2(g) + e^-$

equação global: $K^+(l) + I^-(l) \longrightarrow K^0(s) + \frac{1}{2} I_2(g)$

b)

cátodo: $Al^{3+}(l) + 3\ e^- \longrightarrow Al^0(s)$

ânodo: $3\ Br^-(l) \longrightarrow \frac{3}{2} Br_2(g) + 3\ e^-$

equação global: $Al^{3+}(l) + 3\ Br^-(l) \longrightarrow Al^0(s) + \frac{3}{2} Br_2(g)$

2 a) Analisados os potenciais padrão de redução, dos pares forma oxidada | forma reduzida, o eletrodo $Cu^{2+} \mid Cu$ é o que tem o valor mais alto, consequentemente, são os íons Cu^{2+} (aq) os que têm maior tendência a reduzir-se.

b) Analogamente ao raciocínio usado no item **a**, conclui-se que são os íons Ag^+ (aq) os que têm maior tendência a reduzir-se.

3 Resposta variável.

Atividades finais

Página 62

1 Alternativa **c**. **2** Alternativa **d**. **3** Alternativa **b**.

4 a) Uma pequena parte do alumínio usado na reciclagem é obtida via coleta seletiva do lixo, realizada em algumas cidades brasileiras. Como esse tipo de coleta ainda não acontece em grande escala no país, o elevado índice de reciclagem de alumínio deve-se principalmente ao trabalho dos catadores. Se podemos nos orgulhar de nossa enorme capacidade de reciclar, poupando recursos naturais, também devemos reconhecer que uma das razões desse fato é grande parte da população não ter a escolarização que lhe permita acesso a trabalhos mais qualificados e com melhor salário. Muitos catadores obtêm o metal em lixões a céu aberto, ainda existentes no país, sujeitando-se a ambientes incompatíveis com a dignidade humana.

b) A coleta seletiva de lixo em larga escala poderia reduzir os gastos com energia elétrica relativos ao processo tradicional de produção do alumínio, que requer fusão e eletrólise da alumina, e permitiria poupar recursos naturais – no caso, a bauxita, um recurso finito. Para que o impacto na vida dos catadores fosse positivo, seria importante, por exemplo, que eles pudessem continuar a trabalhar, em condições salubres, separando os vários tipos de metal (após o lixo ter passado por processos de limpeza), enquanto não há equipamentos que substituam totalmente a separação manual; deveria também ser oferecida a eles formação escolar e técnica que os qualificasse para trabalhos mais bem remunerados.

c) Resposta pessoal.

5 a) Sustentável é aquilo que pode ser mantido, sustentado, continuado. Na afirmação feita no enunciado, o adjetivo indica que a produção de alumínio por reciclagem pode ser mantida por muito tempo, pois não constitui perigo para o ambiente e preserva os recursos naturais para as próximas gerações.

b) Trata-se de uma prática sustentável, uma vez que esse processo não consome minério (um recurso natural não renovável) e gasta menos energia em relação à produção convencional, o que pode também significar menor gasto de carvão, de gás natural ou de qualquer outra fonte utilizada para gerar energia.

c) A sustentabilidade pressupõe que se busque satisfazer as necessidades da geração atual sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras também satisfazerem suas próprias necessidades; ou seja, uma prática é sustentável quando possibilita que os atuais e os futuros habitantes do planeta conquistem nível satisfatório de desenvolvimento social, econômico e cultural, sem perder de vista o uso responsável dos recursos naturais, preservando espécies e hábitats. Assim, a coleta de alumínio feita por catadores em condições ambientais e socioeconômicas precárias não é sustentável.

Capítulo 3 Biodiversidade no mundo e no Brasil

Atividades

Página 67

1 Ocorre uma sucessão ecológica secundária, pois o terreno já era ocupado por vegetação anteriormente. Plantas pioneiras se estabelecerão e a complexidade do ecossistema aumentará gradualmente, caso não ocorram mais interferências humanas.

2 Será maior em uma comunidade que se encontre em algum estágio intermediário de sucessão ecológica, pois sua menor complexidade biológica lhe confere menor resiliência.

3 Resposta pessoal.

Atividades

Página 74

1 Plantas caducifólias ocorrem em regiões em que há variações extremas nas condições climáticas, como secas e temperaturas muito baixas ou muito altas. Plantas perenifólias ocorrem predominantemente em regiões em que não há grandes variações climáticas.

2 Enquanto a floresta pluvial tropical é caracterizada por chuvas abundantes e clima quente, no deserto, apesar das temperaturas também elevadas, a pluviosidade e a umidade do ar são muito baixas. Os componentes bióticos dos dois biomas apresentam adaptações que lhes permitem viver sob tais condições: na floresta pluvial tropical, a vegetação é caracterizada, principalmente, por folhas largas e de superfície lisa com pontas afiladas, o que facilita o escoamento da água da chuva e aumenta a superfície de captação de luz solar para realizar a fotossíntese; no deserto, a vegetação é escassa e constituída por plantas caducifólias ou por plantas com folhas transformadas em espinhos, o que reduz a perda de água.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

3 Nos biomas que apresentam grande biodiversidade, a variedade de nichos ecológicos e hábitats é grande. As populações tendem a ser pequenas porque os nichos e os hábitats são muito específicos, limitando o seu crescimento. Já nos biomas com menor biodiversidade, é pequena a variedade de nichos e hábitats, o que propicia um espaço maior para ser ocupado pelas populações.

4 Não. Isso não pode ser generalizado, porque algumas espécies têm uma distribuição que abrange mais de um bioma.

Atividades

Página 82

1 Está certo o amigo que viajou, pois, no domínio de bioma do Pantanal, são encontradas também matas de Cerrado.

2 A enorme biodiversidade presente na Floresta Amazônica pode ser explicada pelas condições climáticas da região: intensa luminosidade, abundância de água e temperatura elevada, ideais para o estabelecimento de inúmeras espécies. Ela propicia a existência de diversos nichos ecológicos.

3 As plantas são morfológica e fisiologicamente adaptadas às condições de umidade, temperatura e luminosidade de seus ambientes e assumem também características que as tornam mais convenientes às interações com os animais. Exemplo disso são as formas, cores e aromas encontrados nas flores que atraem polinizadores.

Atividades finais

Página 85

1 O solo é formado por ação dos organismos pioneiros, que promovem a erosão do substrato. Posteriormente, o acúmulo gradual de matéria orgânica pela decomposição dos organismos o torna apto ao estabelecimento de vegetação de maior porte.

2 As árvores mais altas protegem o solo, minimizando o impacto de águas pluviais. Além disso, proporcionam sombreamento para as plantas de menor porte, podem servir de abrigo e fonte de alimento para os animais, e a queda de suas folhas e ramos disponibiliza matéria orgânica no solo, essencial para os ciclos biogeoquímicos. Assim, conferem estabilidade aos seus ecossistemas. A presença dessas árvores está associada ao clímax da sucessão ecológica.

3 As florestas retiram da atmosfera grandes quantidades de gás carbônico para que possam realizar a fotossíntese. Como esse gás é um dos principais responsáveis pelo efeito estufa, as florestas acabam contribuindo para diminuir o aquecimento global.

4 As espécies escolhidas devem ser nativas da região e aptas a ocupar o ambiente no estado em que se encontra, de maneira a colaborar com o aumento de complexidade do bioma.

5 **a)** A espécie W provavelmente foi encontrada na Mata Atlântica (alternativamente – Mata de Cocais). Já a espécie Z, na Caatinga.

b) Mata Atlântica: chuvas frequentes e temperatura elevada. Caatinga: região seca, ou com pouca chuva, e altas temperaturas.

6 Resposta pessoal.

7 Alternativa **b**.

8 Alternativa **c**.

9 Alternativa **d**.

10 O diagrama **A** corresponde à floresta pluvial tropical, em razão do alto índice de pluviosidade e temperatura. O diagrama **B** corresponde à savana, porque apresenta altas temperaturas e baixa pluviosidade. O diagrama **C** corresponde à tundra, pois a temperatura e a pluviosidade são baixas.

11 Os domínios de floresta, savana e estepes, em especial da floresta Amazônica e da savana, sofrem com a expansão de pastos e queimadas. O domínio da Mata Atlântica sofre principalmente com o crescimento urbano.

Capítulo 4 A energia que nos cerca

Atividades

Página 95

1 • Aproximar a magnetita de objetos de ferro ou outros metais e verificar se esses objetos são atraídos por ela.

• Aproximar a magnetita de uma bússola e verificar se a agulha é atraída pela magnetita.

2 A ponta da chave de fenda pode ser imantada por meio de atrito com um ímã, esfregando-a sempre no mesmo sentido em um dos seus polos.

3 Uma tesoura de costura, estando magnetizada por algum processo de imantação, pode atrair pequenos alfinetes, pois estes são constituídos de material ferromagnético.

4 A proposição da estudante é incorreta, pois eletroímãs são dispositivos que utilizam corrente elétrica – cargas elétricas em movimento – para gerar campos magnéticos.

5 Haverá repulsão ao ímã.

6 Ao apertar o botão da campainha, o circuito é fechado, de forma que nele passa a circular corrente. Essa corrente gera um campo magnético no interior do eletroímã, que passa a atrair a armadura, fazendo com que ela se mova e bata no gongo.

Atividades

Página 101

1 **a)** Para a matriz energética brasileira: 80,3%.

Para a matriz energética mundial: 24,5%.

b) Resposta pessoal.

c) 55,8%

2 O motivo principal dessa diminuição foi devido ao acidente nuclear de Fukushima em 11 de março de 2011.

Atividades

Página 104

1 Supondo uma lavadora de potência 600 W, o valor em reais pago pela energia consumida por ela em um mês é de R$ 57,60.

2 A diferença mensal no custo da utilização desses televisores é de R$ 16,20.

Atividades finais

Página 106

1 Alternativa **c**.

2 Alternativa **b**.

3 Alternativa **d**.

Capítulo 5 Impactos ambientais

Atividades

Página 119

1 Efeito sinérgico é o resultado da ação de várias substâncias juntas, em que uma potencializa o efeito da outra.

MODERNA

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

2. Os diversos problemas decorrentes da presença de materiais particulados podem ser encontrados no item "Material particulado".

3. Quando a concentração é da ordem de 30 ppm, 8 horas são suficientes para causar dor de cabeça e náusea na maioria das pessoas; bastam 4 horas para que uma pessoa morra, se for exposta à atmosfera com 1.000 ppm de CO.

4. É produto das reações de combustão em veículos automotores e indústrias. Nesses processos, o CO é produto da combustão incompleta de substâncias presentes no petróleo e no carvão.

5. Ao longo do tempo, entre 2002 e 2006, foi ocorrendo uma diminuição da concentração média de SO_2 na atmosfera da Região Metropolitana da cidade do Rio de Janeiro.

6. O fato de, em 2004, a concentração média de SO_2 ter aumentado significativamente, em relação ao ano anterior.

7. Em 2004, a concentração de SO_2 foi mais alta no centro da cidade do Rio de Janeiro. Pelo gráfico, essa concentração foi de aproximadamente 23 $\mu g/m^3$ ou $23 \cdot 10^{-6}$ g/m^3.

8. Usando o valor de massa molar do SO_2, 64 g/mol, e o dado da questão anterior, calcula-se:

$$\frac{23 \cdot 10^{-26}\ g \cdot m^{-3}}{64\ g \cdot mol^{-1}} \simeq 0{,}36 \cdot 10^{-6}\ \frac{mol}{m^3}$$

Como $1\ m^3 = 10^3\ L$, então:

$$0{,}36 \cdot 10^{-6}\ \frac{mol}{10^3\ L} \simeq 3{,}6 \cdot 10^{-10}\ mol/L$$

9. Porque os valores em mol/L seriam expressos por números muito pequenos.

10. Resposta pessoal.

Atividades

Página 124

1. A concentração de NO_2 na atmosfera começa a se elevar a partir das 5 h.

2. A maior concentração de CO nessa cidade ocorre entre 18 h e 20 h, enquanto a menor concentração ocorre entre 2 h e 3 h, provavelmente em função da grande quantidade de veículos em circulação no horário em que as pessoas retornam a suas casas depois de um dia de trabalho.

3. Dado que entre as principais fontes de NO_2 estão os escapamentos de automóveis (eles emitem gases que interagem formando dióxido de nitrogênio), pode-se concluir que o aumento de concentração nesse horário corresponde ao alto fluxo de veículos.

4. Não, pois a principal causa da formação de ozônio a baixas altitudes é a ação da luz sobre óxidos gasosos, entre eles o NO_2. Para que a luz solar atue, o dia não poderia estar nublado.

Atividades

Página 126

1. O ozônio é a substância mais importante do conjunto de componentes que se formam por interação de poluentes lançados por veículos automotores na atmosfera de grandes centros urbanos; essa mistura de poluentes secundários, conhecida por "*smog* foquímico", forma-se quando a mistura de poluentes primários interage sob a ação da radiação solar. O ozônio, cuja concentração é um dos indicadores da qualidade do ar de uma cidade, tem forte caráter oxidante, assim como os demais componentes desse *smog*. Ele afeta nossa saúde e a de outros seres vivos, inclusive plantas. O O_3 reduz nossa capacidade respiratória e nos torna mais sensíveis a infecções pulmonares, por exemplo.

2. A industrialização inglesa estruturou-se com base na obtenção de energia a partir da combustão do carvão mineral. Esse combustível possui, além de carbono, enxofre em sua composição, de modo que sua combustão, além de CO_2, um composto de caráter ácido, libera óxidos de enxofre; esses últimos, em contato com a água, formam H_2SO_3 e H_2SO_4, os principais responsáveis pela chuva ácida (eles diminuem o pH das águas da chuva).

3. Os gases poluentes produzidos em certa região podem ser carregados pelas correntes de ar para regiões distantes. Ao entrar em contato com a umidade dessas regiões, ocorre a forma da chuva ácida.

4. Além de comprometerem edificações e obras de arte, as chuvas ácidas têm consequências desastrosas sobre os seres vivos em geral, provocando a morte de plantas e animais aquáticos, causando prejuízos à nossa saúde e destruindo florestas.

Atividades

Página 128

1. Inverno, ausência de ventos e chuvas.

2. A inversão térmica é um fenômeno meteorológico capaz de confinar grande quantidade de poluentes em uma estreita camada de atmosfera, dificultando o fenômeno da convecção.

3. Em locais planos ou no topo de montanhas, a dispersão de poluentes é facilitada pela passagem das correntes de ar, enquanto em bacias ou vales a ausência ou a baixa quantidade de ventos dificulta a dispersão dos gases poluentes, permitindo que se acumulem.

4. Resposta pessoal.

Atividades

Página 132

1. Os mariscos são animais que filtram a água do mar e, por isso, acabam concentrando significativamente íons e compostos tóxicos.

2. Resposta pessoal.

3. **a)** Para impedir desastres semelhantes, as indústrias químicas devem ter cuidado com os efluentes lançados, o que envolve manter um local adequado para isso e investir em programas de tratamento de resíduos.

   b) Para resolver problemas quanto à contaminação por metais pesados, podem-se retirar metais com potencial de contaminação por meio de processos físico-químicos. Um exemplo é o aquecimento do amálgama, em equipamento fechado, permitindo remover o mercúrio da mistura sem contaminar o ambiente. No entanto, essa contaminação ocorre bastante no Brasil porque garimpeiros, para retirar o ouro do amálgama de mercúrio, costumam aquecer esse material em ambiente aberto, de modo que os vapores do metal se difundem pelo ambiente; com isso prejudicam a própria saúde e de seu entorno.

4. Distúrbios neurológicos, tremores, perda de memória, fraqueza, insônia e até mesmo a morte.

Atividades

Página 134

1. **a)** O consumo de gás oxigênio pelos veículos reduz a concentração desse gás em ambientes pouco ventilados. Consequentemente, a combustão nos motores dos veículos emite mais CO, produto da combustão incompleta, ocasionada pela escassez de gás oxigênio. Pessoas expostas a elevadas concentrações de monóxido de carbono podem perder a consciência em pouco tempo.

   b) Isso é recomendado para evitar o aumento da concentração de CO no ambiente, o que poderia ter consequências graves às pessoas que estão dentro do túnel.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Atividades finais — Página 135

1 Alternativa **b**.

2 Alternativa **d**.

3 **a)** O consumo de gás oxigênio pelos veículos reduz a concentração desse gás em ambientes pouco ventilados. Consequentemente, a combustão nos motores dos veículos emite mais CO, fruto da combustão incompleta, ocasionada pela escassez de gás oxigênio. Pessoas expostas a elevadas concentrações de monóxido de carbono podem perder a consciência em pouco tempo.

b) Para evitar a redução da concentração de gás oxigênio e aumento da concentração de gás monóxido de carbono no ar.

4 **a)** $NO_2(g)$: as principais fontes de $NO_2(g)$ (e outros óxidos de nitrogênio) são escapamento de automóveis, indústrias fertilizantes, usinas de ferro e aço, indústria química e termoelétricas. Por ter considerada solubilidade, o dióxido de nitrogênio penetra no sistema respiratório gerando compostos nitrogenados carcinogênicos. $SO_2(g)$: $H_2S(g)$, emitido pela queima de carvão e derivados de petróleo, oxida-se a $SO_2(g)$, assim dizemos que o dióxido de enxofre é um poluente secundário. Ao ser inalado, pode causar problemas pulmonares como bronquites e enfisema pulmonar.

b) Resposta pessoal.

c) Resposta pessoal.

d) Os riscos no curto prazo são problemas respiratórios, como crises agudas, bronquite, asma, irritação nos olhos, irritação na pele e outras doenças respiratórias. No longo prazo, os poluentes podem causar câncer e enfisema pulmonar.

5 **a)** É o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais urbanas.

b) Resposta pessoal.

c) Essa lei atualiza o marco legal do saneamento básico, que facilita as privatizações das empresas de saneamento, prorroga o fim dos lixões e estabelece o prazo até o fim de 2033 para a cobertura com saneamento básico de mais de 90% da população.

d) Resposta variável.

Capítulo 6 Reduzindo impactos

Atividades — Página 140

1 Para se dizer sustentável, a fabricante deve desenvolver suas atividades de maneira a mitigar seus impactos no ambiente, além de cumprir exigências nos âmbitos social e econômico. O fabricante deve ter algum tipo de certificação ambiental para produtos de vestuário, bem como os parâmetros considerados nessas avaliações.

2 O argumento central dessa recomendação dos ambientalistas é que, com o uso do transporte coletivo, a quantidade de combustível utilizado para transportar uma pessoa é bem menor do que no transporte individual. Estimule os alunos a perceber esse e outros fatores envolvidos na questão.

Atividades finais — Página 150

1 Para ser ecologicamente sustentável, as atividades da empresa devem ter impacto mínimo no ambiente, considerando aí também as atividades que ela desenvolve para mitigar os desequilíbrios que eventualmente provoque no ambiente.

2 O despejo de esgoto em ambiente aquático aumenta a quantidade de nutrientes disponíveis, o que contribui para a proliferação de organismos fotossintetizantes. Essa proliferação é tamanha que altera o equilíbrio original do ecossistema, gerando consequências aos níveis tróficos seguintes.

3 As espécies escolhidas devem ser nativas da região e aptas a ocupar o ambiente no estado em que se encontra, de maneira a colaborar com o aumento de complexidade do bioma.

4 Resposta pessoal.

5 Alternativa **c**.

6 Medidas que garantam o uso sustentável do ambiente, minimizando impactos causados, por exemplo, por águas residuais, pelo lixo, pela iluminação ou pela emissão de ruídos.

7 Resposta pessoal.

8 Sim, o Brasil é o segundo maior produtor de biocombustíveis no mundo.

9 Além da disponibilidade de espaço para cultivo, questões políticas têm grande influência na posição que Estados Unidos e Brasil ocupam no cenário dos biocombustíveis.

10 A produção de biocombustíveis diminui a emissão de gases poluentes e torna os países produtores menos dependentes da importação de derivados de petróleo.

11 Os meses em que os ventos apresentam maior velocidade são entre agosto e outubro, com destaque para os meses de setembro e outubro.

12 O fluxo de água do Rio São Francisco atinge o ponto mais baixo durante o mês de agosto.

13 Observando o gráfico, percebe-se que as maiores velocidades de ventos no Nordeste ocorrem quando o fluxo de água do Rio São Francisco é mínimo. Logo, a instalação de centrais eólicas permitiria produzir grandes quantidades de energia elétrica, evitando a necessidade de utilizar a água do Rio São Francisco nesses períodos. A utilização conjunta de energia eólica e hidrelétrica, nos momentos favoráveis, permite uma otimização na produção de eletricidade.

14 O atual modelo de desenvolvimento econômico tem sido responsável por grande parte da poluição atmosférica observada nos grandes centros urbanos. Não seria um problema inerente ao desenvolvimento econômico se considerássemos a existência de outros modelos que levem em conta as questões ambientais.

15 Sim. Apesar de haver exceções, regiões com elevado grau de desenvolvimento econômico e social apresentam altos índices de poluição atmosférica.

16 Diversas atitudes podem ser tomadas para melhorar a qualidade do ar: não queimar lixo em áreas de vegetação natural, usar combustíveis menos poluentes, regular o motor dos automóveis e controlar a quantidade de gases emitidos por indústrias são alguns exemplos.

17 **a)** A Usina Hidrelétrica de Belo Monte foi construída na macrobacia hidrográfica do Rio Amazonas, mais especificamente localizada na sub-bacia hidrográfica do Rio Xingu, no Pará.

b) Impactos ambientais: inundação de grandes trechos de floresta, com perda de biodiversidade; poluição provocada pela construção. Impactos socioeconômicos: deslocamento de comunidades ribeirinhas e indígenas locais; grande deslocamento de pessoas para a construção e a operação da usina.

18 **a)** Reduzir, reutilizar e reciclar.

b) Pilhas e baterias, cujo descarte irregular é mais nocivo ao ambiente do que o de vidro, plástico, papel e metal.

MODERNA
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS COMENTADAS

Agência Nacional de Águas (ANA). Disponível em: <https://www.ana.gov.br/>. Acesso em: 17 jun. 2020.

No *site* da Agência Nacional de Águas você encontra notícias, atlas sobre as regiões hidrográficas brasileiras e os diferentes usos da água – como irrigação, abastecimento urbano e hidroeletricidade –, além de serviços, projetos e programas que envolvem esse recurso natural.

BRADY, J. E.; HUMISTON, G. E. *Química geral*. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1986. 2 v.

Nessa obra dirigida a cursos superiores, os autores discutem os princípios básicos para o estudo da Química. Os conceitos químicos são desenvolvidos por meio de uma linguagem simples e com uso de imagens. Destacam-se os capítulos 1, 3, 4, 5 e 14, que abordam os assuntos tratados neste volume.

BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. *Invertebrados*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

Estudo sobre os animais invertebrados que se apoia nos recursos visuais para auxiliar no trabalho de professores e alunos.

CARVALHO, R. P. *Física do dia a dia* – 105 perguntas e respostas sobre Física. Belo Horizonte, Editora Autêntica, 2011.

Apoiado nos conceitos de Física e partindo de fenômenos do dia a dia, o livro elabora perguntas comuns e as soluciona com respostas simplificadas.

CHAVEZ, A. *et al*. *Aplicações da física quântica*: do transistor à nanotecnologia. São Paulo: Livraria da Física, 2005.

O livro apresenta conceitos básicos da física quântica, a origem da nanotecnologia, os dispositivos semicondutores, microeletrônica, *lasers* e *nanolasers* e as aplicações da nanociência e da nanotecnologia que têm impacto na vida das pessoas.

CHESMAN, C. *et al*. *Física moderna experimental e aplicada*. São Paulo: Livraria da Física, 2004.

A obra mostra várias experiências sobre tubos de *crookes*, ondas eletromagnéticas, relatividade e física nuclear que podem ser feitas de maneira simplificada e reproduzidas em um laboratório escolar.

Companhia Ambiental do Estado de S. Paulo, Cetesb. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/>. Acesso em: 18 jun. 2020.

No *site*, muitas informações de caráter geral sobre aspectos ambientais relativos ao ar e à água. Além disso, dados específicos do estado de SP são atualizados periodicamente.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 17 jun. 2020.

No *site* do IBGE você encontra diversas informações e pesquisas realizadas no Brasil em diferentes temas e categorias, como sociais, econômicas, multidomínio, documentos técnicos, investigações experimentais, indicadores sociais e econômicos, entre tantos outros.

KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M.; TOWNSEND, J. R.; TREICHEL, D. A. *Química geral e reações químicas*. 9. ed. Cengage Learning, 2016. 2 v.

A obra contém muitos capítulos voltados aos conceitos básicos da Química geral, abordados neste volume dirigido a cursos superiores. Em especial, os capítulos 19 (reações de transferência de elétrons) e 20 (meio ambiente, energia e sustentabilidade). Na obra também se destacam seções em que aspectos relevantes do mundo contemporâneo são abordados.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

KRAUSS, L. M. *Sem medo da Física*. Rio de Janeiro: Campus, 1995.

Fazendo uso de elementos humorísticos, tais como anedotas, esse livro aborda os fenômenos físicos de maneira simplificada e acessível.

MASTERTON, W. L.; SLOWINSKI, E. J.; STANITSKI, C. L. *Princípios de Química*. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1990.

Na obra, também dirigida a cursos superiores, constam temas básicos da Química; são importantes nessa obra os capítulos 11, sobre a água, 17, relativo à atmosfera, 22 e 23, sobre eletroquímica.

Ministério do Meio ambiente. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/>. Acesso em: 9 jun. 2020.

No *site* do Ministério do Meio Ambiente você encontra notícias, informações, serviços, projetos, programas e consultas públicas que envolvem o meio ambiente. Destacamos, em especial, os relatórios e as resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama).

Organização Mundial da Saúde (OMS). Disponível em: <https://www.who.int/home#>. Acesso em: 9 jun. 2020.

No *site* da Organização Mundial da Saúde (OMS) há diversas informações, como: publicações, notícias, programas sobre a saúde e regulamentos que definem os direitos e obrigações dos países em relação à saúde pública.

POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. *A vida dos vertebrados*. 4. ed. São Paulo: Atheneu, 2008.

De maneira integrada, o livro aborda os aspectos fisiológicos, morfológicos e ecológicos dos vertebrados, passando pela conservação e evolução das espécies.

Revista *Química nova na escola* (QNEsc). Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/>. Acesso em: 9 jun. 2020.

A revista *Química nova na escola* disponibiliza diversos artigos com debates e reflexões sobre o ensino de Química, propostas de experimentos e atualizações relacionadas à área Química.

MODERNA

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

ISBN 978-65-5779-311-4